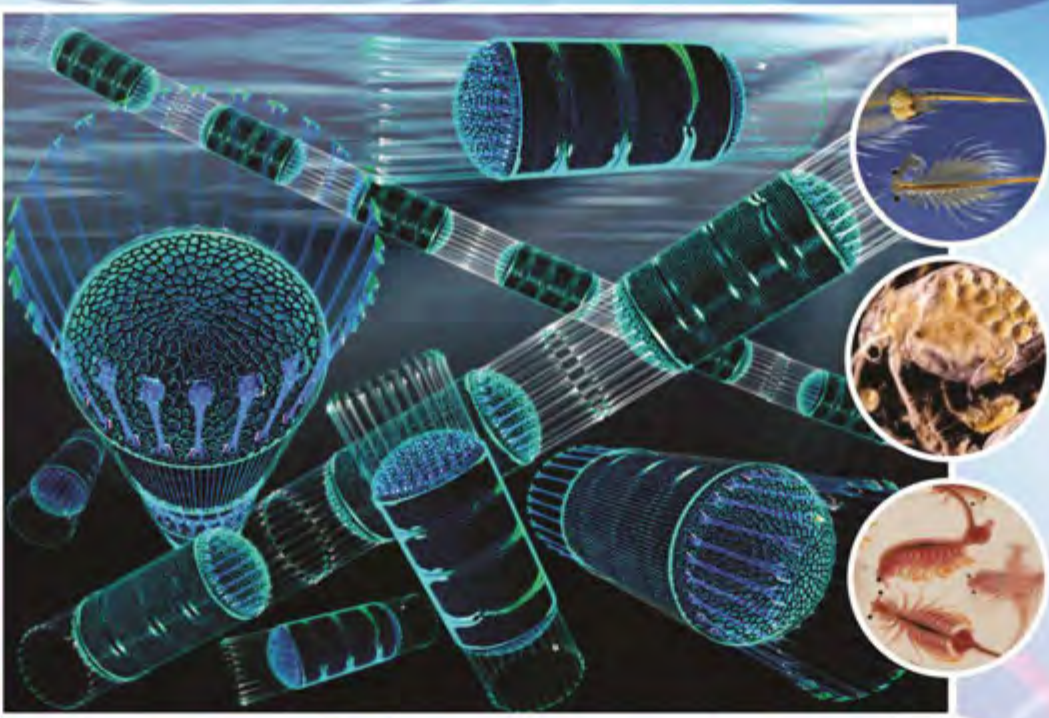
Buku Teks Bahan Ajar Siswa

Paket Keahlian: Budidaya Rumput Laut

Produksi Pakan Alami



Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Republik Indonesia

KELAS
X
SEMESTER 1

KATA PENGANTAR

Kurikulum 2013 dirancang untuk memperkuat kompetensi siswa dari sisi sikap, pengetahuan dan keterampilan secara utuh. Keutuhan tersebut menjadi dasar dalam perumusan kompetensi dasar tiap mata pelajaran mencakup kompetensi dasar kelompok sikap, kompetensi dasar kelompok pengetahuan, dan kompetensi dasar kelompok keterampilan. Semua mata pelajaran dirancang mengikuti rumusan tersebut.

Pembelajaran kelas X dan XI jenjang Pendidikan Menengah Kejuruhan yang disajikan dalam buku ini juga tunduk pada ketentuan tersebut. Buku siswa ini diberisi materi pembelajaran yang membekali peserta didik dengan pengetahuan, keterampilan dalam menyajikan pengetahuan yang dikuasai secara kongkrit dan abstrak, dan sikap sebagai makhluk yang mensyukuri anugerah alam semesta yang dikaruniakan kepadanya melalui pemanfaatan yang bertanggung jawab.

Buku ini menjabarkan usaha minimal yang harus dilakukan siswa untuk mencapai kompetensi yang diharuskan. Sesuai dengan pendekatan yang digunakan dalam kurikulum 2013, siswa diberanikan untuk mencari dari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serp siswa dengan ketersediaan kegiatan buku ini. Guru dapat memperkayanya dengan kreasi dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan yang bersumber dari lingkungan sosial dan alam.

Buku ini sangat terbuka dan terus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan. Untuk itu, kami mengundang para pembaca memberikan kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan. Atas kontribusi tersebut, kami ucapkan terima kasih. Mudah-mudahan kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

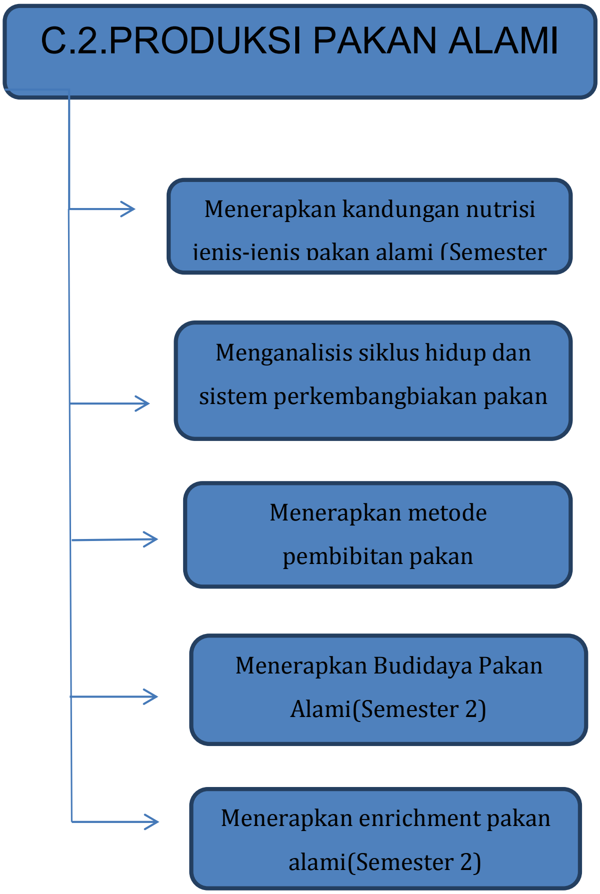
DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

PETA KEDUDUKAN BAHAN AJAR




C.2.PRODUKSI PAKAN ALAMI
Menerapkan kandungan nutrisi jenis-jenis pakan alami (Semester
Menganalisis siklus hidup dan sistem perkembangbiakan pakan
Menerapkan metode pembibitan pakan
Menerapkan Budidaya Pakan Alami(Semester 2)
Menerapkan enrichment pakan alami(Semester 2)

GLOSARIUM

Adaptasi	:	Masa penyesuaian suatu organisme dalam lingkungan baru.
Aerasi	:	Pemberian udara ke dalam air untuk penambahan oksigen
Alga	:	Tumbuh-tumbuhan sederhana, berfotosintesis, berorgan produksi uniseluler serta tidak berakar, berbatang dan tidak berdaun
Aklimatisasi	:	Penyesuaian fisiologis terhadap perubahan salah satu faktor lingkungan
Antibiotik	:	Bahan kimiawi yang membunuh bakteri atau menghambat pertumbuhannya.
Asam lemak jenuh (*Saturated fatty acid*)	:	Asam lemak dimana semua karbon dalam ekor hidrokarbonnya dihubungkan oleh ikatan tunggal, sehingga memaksimumkan jumlah atom hidrogen yang dapat berikatan dengan kerangka karbon.
Asam lemak tak jenuh (*Unsaturated fatty acid*)	:	Asam lemak yang memiliki satu atau lebih ikatan ganda antara karbon-karbon dalam ekor hidrokarbon. Ikatan seperti itu mengurangi jumlah atom hidrogen yang terikat ke kerangka karbon.
Asam Nukleat	:	Suatu polimer yang terdiri atas banyak monomer nukleotida, yang berfungsi sebagai cetak biru untuk protein dan melalui kerja protein, untuk semua aktivitas seluler. Ada dua jenis yaitu DNA dan RNA.
Asamamino essensial	:	Asam amino yang tidak dapat disintesis sendiri oleh tubuh hewan sehingga harus tersedia dalam makanan.
Aseksual	:	Perkembangbiakan tidak melalui perkawinan
Auksospora	:	Sel-sel yang besar berasal dari perkembangbiakan zigot baru
Autotrop	:	Organisme yang mampu menyediakan/mensintesis makanan sendiri yang berupa bahan organik dari bahan anorganik

		dengan bantuan energi seperti matahari dan kimia. Komponen autotrof berfungsi sebagai produseneberapa generasi.
Benthos	:	Organisme yang hidup di dasar perairan
Biomassa	:	Bobot kering bahan organik yang terdiri atas sekelompok organisme di dalam suatu habitat tertentu atau bobot seluruh bahan organik pada satuan luas dalam suatu waktu tertentu.
Budidaya	:	Usaha yang bermanfaat dan memberi hasil, suatu sistem yang digunakan untuk memproduksi sesuatu dibawah kondisi buatan.
Cyste	:	Fase dorman dari Crustacea karena kondisi lingkungan yang tidak sesuai
Dekomposer	:	Fungi dan bakteri saprotropik yang menyerap nutrien dari materi organik yang tidak hidup seperti bangkai, materi tumbuhan yang telah jatuh dan buangan organisme hidup dan mengubahnya menjadi bentuk anorganik.
Densitas	:	Jumlah individu persatuan luas atau volume atau masa persatuan volume yang biasanya dihitung dalam gram/cm3 atau jumlah sel/ml.
Deoksiribosa	:	Komponen gula pada DNA, yang gugus hidroksilnya kurang satu dibandingkan dengan ribosa, komponen gula pada RNA
Detritus	:	Materi organik yang telah mati atau hancuran bahan organik yang berasal dari proses penguraian secara biologis.
Disipon	:	Membersihkan badan air dengan mengeluarkan kotoran bersama sebagian jumlah air.
Disucihamakan	:	Disterilkan dari jasad pengganggu.
Dorsal	:	Bagian punggung
Diagnosis	:	Proses pemeriksaan terhadap suatu hal
Dormant	:	Telur yang dibuahi dan merupakan dinding tebal dan jika

		menetas menjadi betina amiktik.
Ekspresi gen	:	Serangkaian proses penerjemahan informasi genetik (dalam bentuk urutan basa pada DNA atau RNA) menjadi protein dan fenotipe.
Embriogenesis	:	Proses perkembangan embrio
Fekunditas	:	Jumlah sel telur yang dihasilkan oleh seekor hewan betina pertahun atau persatuan berat hewan.
Fertilisasi	:	Penyatuan gamet haploid untuk menghasilkan suatu zigot diploid.
Flagella	:	Tonjolan berbentuk cambuk pada salah satu sel untuk alat gerak.
Fotosintesis	:	Pengubahan energi cahaya menjadi energi kimiawi yang disimpan dalam glukosa atau senyawa organik lainnya atau asimilasi karbon yang menggunakan cahaya sebagai energi.
Food Chain	:	Proses transfer energi makanan dari sumbernya (tumbuhan) melalui serangkaian makhluk hidup yang makan dan dimakan
Hermaphrodit	:	Individu yang mempunyai alat kelamin jantan dan betina.
Herbivora	:	Hewan heterotropik yang memakan tumbuhan.
Heterotrop	:	organisme yang membutuhkan senyawa organik dalam hidupnya atau tidak mampu menyediakan makanan sendiri.
Inkubasi	:	Masa penyimpanan
Interfase	:	Fase dimana tidak ada perubahan pada inti sel, waktu istirahat.
Isogami	:	penyatuan dua sel kelamin (gamet) yang sama bentuk dan ukurannya
Karakter kuantitatif	:	Suatu ciri yang dapat diturunkan dalam suatu populasi yang bervariasi secara kontinu sebagai akibat pengaruh lingkungan dan pengaruh tambahan dua atau lebih gen.

Kista/Cyste	:	Suatu stadia istirahat pada hewan cladosera atau krustacea tingkat rendah.
Larva	:	Organisme yang belum dewasa yang baru keluar dari telur atau stadia setelah telur menetas.
Larutan hipoklorit	:	Larutan yang mengandung HClO
Nauplii	:	Bentuk stadia setelah menetas pada crustacea atau copepoda.
Omnivore	:	Organisme pemakan segala
Ovarium	:	Kelenjar kelamin betina yang menghasilkan ovum.
Ovipar	:	Berkembangbiak dengan menghasilkan telur.
Ovovivipar	:	Berkembangbiak dengan menghasilkan telur tetapi telur tersebut menetas dalam tubuh induknya.
Ovulasi	:	Proses terlepasnya sel telur dari folikel.
Partenogenesis	:	Perkembangbiakan telur menjadi individu baru tanpa pembuahan telur dan menghasilkan telur diploid.
Pemijahan	:	Proses peletakan telur atau perkawinan
Pigmen	:	Zat warna tubuh
Plankton	:	Mikroorganisme yang hidup melayang-layang di air
Phytoplankton	:	Organisma air yang melayang-layang mengikuti pergerakan air dan berupa jasad nabati.
Plankton net	:	Jaring dengan mesh size yang disesuaikan dengan plankton. Plankton Net untuk fitoplankton berukuran diameter 31 cm dengan mata jaring berukuran 30 – 60 mikron.Plankton Net untuk zooplankton berukuran diameter 45 cm dengan mata jaring berukuran 150 – 500 mikron. Plankton Net untuk ikhtyoplankton berukuran diamater 55 cm.
Populasi	:	Sekelompok makhluk hidup terdiri atas berbagai kumpulan yang saling berinteraksi sesamanya pada suatu tempat dan waktu tertentu

Reproduksi	:	Proses perkembangbiakan baik secara aseksual maupun seksual.
Seleksi	:	Pemisahan populasi dasar ke dalam kedua kelompok, yaitu kelompok terpilih dan kelompok yang harus terbuang.
Spermatogenesis	:	Proses perkembangan spermatogonium menjadi spermatid
Spermatogonium	:	Sel-sel kecambah untuk membentuk sperma
Spermatozoa	:	Sel gamet jantan dengan inti haploid yang memiliki bentuk berekor.
Spermiasi	:	Proses dimana spermatozoa dilepaskan dari cyste dan masuk kedalam lumen.
Spermiogenesis	:	Proses metamorfosa spermatid menjadi spermatozoa
Testis	:	Gonad yang berperan menghasilkan sperma
Up welling	:	Naiknya massa air dari lapisan bawah permukaan air karena proses fisik
Uniseluler	:	makhluk hidup bersel tunggal
Zygot	:	Sel diploid sebagai hasil perpaduan gamet jantan dan gamet betina haploid.
Zooplankton	:	Plankton hewani, organisma air yang melayang-layang mengikuti pergerakan air dan berupa jasad hewani.

I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Bidang Keahlian	: Perikanan dan Kelautan
Program Keahlian	: Teknologi Budidaya Perairan
Mata Pelajaran	: Produksi Pakan Alami

1. Pengertian

Produksi pakan alami adalah ilmu yang mempelajari tentang usaha penyediaan pakan alami baik dari jenis mikro alga dan makro alga secara laboratorium, semi massal dan massal untuk kelangsungan produksi budidaya perairan.

2. Rasional

Tuhantelahmenciptakan alam semesta ini dengan segala keteraturannya dan segala kebutuhan yang diperlukan oleh makhluk hidup. Salah satu makhluk hidup ciptaan Tuhan yang sangat berguna untuk kelangsungan kehidupan, terutama kegiatan produksi budidaya perairan adalah organisme air yang hidup didalam perairan dengan berbagai macam ukuran dan berasal dari nabati maupun hewani. Organisme air ini dalam kegiatan budidaya perairan disebut dengan pakan alami. Olehkarenaitu, segala sesuatu yang dipelajari dalam mata pelajaran produksi pakan alami membuktikan adanya kebesaranTuhan.

Pakan alami adalah sejenis pakan ikan berupa organisme air yang merupakan produsen primer atau level makanan dibawah ikan dalam rantai makanan. Pada umumnya diperairan berupa organisme renik seperti; phytoplankton, zooplankton dan benthos, maupun organisme tingkat rendah lainnya seperti tubifex, siput, larva serangga air dan lain-lain.

Pada usaha budidaya perairan, pakan alami sangat diperlukan sebagai sumber makanannya. Hal ini dikarenakan pakan alami mempunyai kandungan gizi yang lengkap, mudah dicerna dalam saluran pencernaan karena isi selnya padat dan mempunyai dinding sel yang tipis, tidak menyebabkan penurunan kualitas air dan dapat meningkatkan daya tahan biota air terhadap penyakit maupun perubahan kualitas air karena tidak mengeluarkan racun, cepat berkembangbiak dan pergerakannya tidak terlalu aktif sehingga mudah ditangkap oleh biota air.

Organisme yang diperlukan untuk pakan alami ini dapat dibudidayakan sesuai kebutuhan, baik jenis maupun jumlahnya atau menangkapnya dari perairan. Agar ketersediaan pakan alami dalam suatu usaha budidaya ikan hias tersedia secara berkesinambungan maka harus dilakukan budidaya pakan alami. Untuk itu dibutuhkan pengetahuan tentang teknik budidaya pakan alami agar kebutuhan pakan alami selalu tersedia.

3. Tujuan

Mata pelajaran produksi pakan alami bertujuan untuk:

a. Menghayati hubungan antara makhluk hidup dan lingkungannya sebagai bentuk kompleksitas alam dan jagad raya terhadap kebesaran Tuhan yang menciptakannya;
b. Mengamalkan pengetahuan dan keterampilan pada pembelajaran produksi pakan alami sebagai amanat untuk kemaslahatan umat manusia;
c. Menghayati sikap cermat, teliti dan tanggungjawab sebagai hasil implementasi dari pembelajaran produksi pakan alami;
d. Menghayati pentingnya kerjasama sebagai hasil implementasi dari pembelajaran produksi pakan alami;
e. Menghayati pentingnya kepedulian terhadap kebersihan lingkungan laboratorium/lahan praktek sebagai hasil implementasi dari pembelajaran produksi pakan alami;

f. Menghayati pentingnya bersikap jujur, disiplin serta bertanggung jawab sebagai hasil dari implementasi pembelajaran produksi pakan alami;
g. Menjalankan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan dan berdiskusi dalam mata pelajaran produksi pakan alami;
h. Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan;

4. Ruang Lingkup Materi

a. Jenis-jenis pakan alami phytoplankton
b. Jenis-jenis pakan alami zooplankton
c. Jenis-jenis pakan alami bentos
d. Kandungan nutrisi pakan alami
e. Teknik identifikasi jenis — jenis pakan alami phytoplankton
f. Teknik identifikasi jenis — jenis pakan alami zooplankton
g. Teknik identifikasi jenis — jenis pakan alami bentos
h. Teknik pengambilan sampel pengamatan
i. Siklus hidup pakan alami
j. Macam-macam perkembangbiakan pakan alami
k. Macam-macam alat dan bahan pembibitan pakan alami
l. Macam – macam media pembibitan pakan alami
m. Teknik pembibitan pakan alami secara kultur murni
n. Teknik pembibitan pakan alami secara semi massal
o. Teknik pembibitan pakan alami secara massal

5. Prinsip-prinsip Belajar, Pembelajaran, danAsessmen

Prinsip-prinsipBelajar

a. Berfokuspada siswa (*student center learning*),
b. Peningkatankompetensiseimbangantarapengetahuan, ketrampilandansikap
c. Kompetensididukungempatpilaryaitu : inovatif, kreatif, afektifdanproduktif

Pembelajaran

a. Mengamati (melihat, mengamati, membaca, mendengar, menyimak)
b. Menanya (mengajukanpertanyaandari yang faktual sampaike yang bersifathipotesis)
c. Mengeksplorasi/eksperimen (menentukan data yang diperlukan, menentukansumber data, mengumpulkan data)
d. Mengasosiasi (menganalisis data, menyimpulkandarihasilanalisis data)
e. Mengkomunikasikan (menyampaikanhasilkonseptualisasidalambentuklisan, tulisan diagram, bagan, gambaratau media)

Penilaian/asessmen

a. Penilaiandilakukanberbasiskompetensi,
b. Penilaiantidakhanyamengukurkompetensidasartetapijugakompetensiintidanstandarkompetensilulusan.
c. Mendorongpemanfaatanportofolio yang dibuatsiswasebagai instrument utamapenilaiankinerjasiswapadapembelajaran di sekolahdan industri.
d. Penilaian dalam pembelajaran produksi pakan alami dapat dilakukan secara terpadu dengan proses pembelajaran.
e. Aspek penilaian pembelajaran produksi pakan alami meliputi hasil belajar dan proses belajar siswa.
f. Penilaian dapat dilakukan dengan menggunakan tes tertulis, observasi, tes praktik, penugasan, tes lisan, portofolio, jurnal, penilaian diri, dan penilaian antar teman.

g. Pengumpulan data penilaian selama proses pembelajaran melalui observasi juga penting untuk dilakukan.
h. Data aspek afektif seperti sikap ilmiah, minat, dan motivasi belajar dapat diperoleh dengan observasi, penilaian diri, penilaian antar teman dan observasi.

Buku teks bahan ajar siswa yang berjudul produksi pakan alami semester satu ini berisi materi tentang:

1. Jenis-jenis pakan alami phytoplankton, zooplankton dan bentos.
2. Kandungan nutrisi pakan alami.
3. Teknik identifikasi jenis — jenis pakan alami phytoplankton, zooplankton dan bentos.
4. Teknik pengambilan sampel pengamatan.
5. Siklus hidup pakan alami.
6. Macam-macam perkembangbiakan pakan alami.
7. Teknik pembibitan pakan alami secara kultur murni, secara semi massal dan secara massal.

B. Prasyarat

Prasyarat yang harus dikuasai oleh siswa yang akan mempelajari buku teks bahan ajar siswa yang berjudul produksi pakan alami semester satu adalah memahami pengetahuan biologi dasar.

C. Petunjuk Penggunaan

Penjelasan bagi siswa tentang tata cara belajar dengan buku teks bahan ajar , antara lain:

1. Langkah-langkah belajar yang ditempuh, siswa mendapat penjelasan tentang ruang lingkup materi, kriteria keberhasilan penguasaan kompetensi dan strategi pembelajaran yang akan dilaksanakan
2. Penguasaan konsep, siswa mempelajari buku teks bahan ajar siswa secara mandiri di luar jam tatap muka, selanjutnya secara berkelompok siswa melakukan diskusi (topik minimal mengacu pada uraian materi yang telah didesain dalam buku teks bahan ajar siswa, dan apabila masih dirasa kurang dapat dikembangkan) untuk menyamakan persepsi terhadap konsep dasar yang dipelajari. Kegiatan diskusi ini dipandu oleh fasilitator. Setelah diskusi siswa melakukan presentasi hasil diskusi secara bergantian, kelompok lain dapat mengajukan pertanyaan, saran atau masukan. Selanjutnya siswa secara berkelompok memperbaiki hasil diskusi berdasarkan saran/masukan dari kelompok lainnya atau saran dari fasilitator.
3. Pengenalan fakta, untuk mengetahui bagaimana konsep kompetensi dasar yang sedang dipelajari dilaksanakan oleh masyarakat/ bagaimana masyarakat kerja pada kompetensi dasar yang sedang dipelajari, siswa melakukan observasi pengenalan fakta di masyarakat. Melalui pengenalan fakta ini diharapkan dapat mengetahui sikap apa yang dapat dipelajari dari aktivitas masyarakat dalam rangka memperkaya konsep yang sedang dipelajari, atau bagaimana menggunakan konsep yang sedang dipelajari untuk kinerja masyarakat dalam melakukan aktivitasnya.
4. Refleksi, setelah siswa diklat menguasai konsep dasar dan melihat faktadilapangan tentang penerapan pengetahuan dalam kehidupan masyarakat,selanjutnya siswa membuat refleksi apa yang akan anda laksanakanterhadap kompetensi dasar/kompetensi yang sedang dipelajari.

5. Menyusun analisis dan sintesis, analisis dilakukan terhadap tingkatkesesuaian daya dukung yang ada untuk melaksanakan hasil refleksi.Sintesis dilakukan untuk melakukan rekonstruksi/modifikasi hasil

refleksidengan memperhatikan potensi dan daya dukung yang tersedia, agarkompetensi dapat tercapai.

6. Mengimplementasikan, kegiatan ini merupakan pengimplementasian konsepdasar dalam kegiatan produksi (hasil analisis dan sintesis selanjutnyadilakukan perencanaan kerja termasuk kriteria keberhasilan, pelaksanaankegiatan termasuk pembagian tugas, mengamati proses, melakukan evaluasihasil kegiatan, diskusi terhadap hasil kegiatan, membuat kesimpulan danumpan balik/rekomendasi terhadap konsep yang ada setelah dilakukananalisis dan kistasis).
7. Sertifikasi, setelah siswa menyelesaikan suatu unit kompetensi, akandilakukan sertifikasi kompetensi. Sertifikasi dilakukan oleh eksternal danmenggunakan portofolio hasil belajar (*evidance of learning*). Pada kurikulum 2013 akan dilakukan Ujian Tingkat Kompetensi (UTK) dan Ujian Mutu Tingkat Kompetensi (UMTK). UTK dilakukan oleh pihak sekolah pada akhir kelas XI adalah UTK V dan akhir kelas XII UTK VI, sedangkan UMTK dilakukan oleh pemerintah pada tiap akhir tingkat kompetensi.
8. Guru dalam proses pembelajaran berfungsi memfasilitasi kegiatan belajarsiswa, kegiatan ini berfokus pada aktivitas siswa.Semua aktivitas belajar mengajar hasilnya dikelola dalam bentuk portofolio sebagai buktipenguasaan kompetensi.

D. Tujuan Akhir

Setelah mempelajarai buku teks bahan ajar siswa mampu menerapkan siklus hidup dan perkembangbiakan pakan alami phytoplankton, zooplankton dan benthos dengan melakukan pembibitan secara kultur murni, semi massal dan massalbila disediakan sarana, prasarana, dan bahan yang dibutuhkan sesuai standar produksi.

E. KOmpetensi Inti dan Kompetensi Dasar

Bidang Keahlian : Perikanan dan Kelautan

Program Keahlian : Teknologi Budidaya Perairan

Mata Pelajaran : Produksi Pakan Alami

KELAS: X

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya	1.1 Menghayati hubungan antara makhluk hidup dan lingkungannya sebagai bentuk kompleksitas alam dan jagad raya terhadap kebesaran Tuhan yang menciptakannya. 1.2 Mengamalkan pengetahuan dan keterampilan pada pembelajaran produksi pakan alami sebagai amanat untuk kemaslahatan umat manusia.
2. Menghayati dan Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai	2.1 Menghayatisikap cermat,teliti dan tanggungjawab sebagai hasil imple-mentasi dari pembelajaran produksi pakan alami 2.2 Menghayati pentingnya kerjasama sebagai hasil implementasi pem-belajaran produksi pakan alami 2.3 Menghayati pentingnya kepedulian terhadap kebersihan lingkungan laboratorium/lahanpraktek sebagai hasil implementasi dari pembelajar-an produksi pakan alami

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
cerminan bangsa dalam pergaulan dunia	2.4 Menghayati pentingnya bersikap jujur, disiplin serta bertanggung jawab sebagai hasil implementasi dari pembelajaran produksi pakan alami 2.5 Menjalankan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu, objektif, jujur, teliti, cermat, tekun, hati-hati, bertanggungjawab, terbuka, kritis, kretaif, inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan dan diskusi dalam mata pelajaran produksi pakan alami. 2.6 Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan
3. Memahami dan menerapkan pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan,	3.1 Menerapkan kandungan nutrisi jenis-jenis pakan alami (phytoplankton. zooplankton, bentos) 3.2 Menganalisis siklus hidup dan kistam perkembangan-biakan pakan alami (phytoplankton,zooplankton, bentos) 3.3 Menerapkan metode pembibitan pakan alami (phytoplankton,zoo-

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	plankton, bentos) 3.4 Menerapkan budidaya pakan alami (phytoplankton,zooplankton, bentos) 3.5 Menerapkan *enrichment* pakan alami (phytoplankton,zooplankton, bentos)
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung	4.1 Melakukan identifikasi kandungan nutrisi jenis-jenis pakan alami (phy-toplankton. zooplankton, bentos) 4.2 Mengolah, menalar, dan menyaji siklus hidup dan kistam per-kembanganbiakan pakan alami (phy-toplankton,zooplankton, bentos) 4.3 Melakukan pembibitan pakan alami (phytoplankton,zooplankton, ben-tos) dengan berbagai metode pembibitan 4.4 Melakukan budidaya pakan alami (phytoplankton,zooplankton, bentos) 4.5 Melakukan *enrichment* pakan alami (phytoplankton,zooplankton, bentos)

F. Cek Kemampuan Awal

No.	Pernyataan	Kondisi	
		Ya	Tidak
1.	Apakah anda mengetahui jenis-jenis pakan alami phytoplankton ?		
2.	Apakah anda mengetahui jenis-jenis pakan alami zooplankton ?		
3.	Apakah anda mengetahui jenis-jenis pakan alami benthos ?		
4.	Apakah anda mengetahui kandungan nutrisi jenis-jenis pakan alami phytoplankton ?		
5.	Apakah anda mengetahui kandungan nutrisi jenis-jenis pakan alami zooplankton ?		
6.	Apakah anda mengetahui kandungan nutrisi jenis-jenis pakan alami benthos ?		
7.	Apakah anda mengetahui teknik identifikasi pakan alami phytoplankton ?		
8.	Apakah anda mengetahui teknik identifikasi pakan alami zooplankton ?		
9.	Apakah anda mengetahui teknik identifikasi pakan alami benthos ?		
10.	Apakah anda mengetahui teknik pengambilan sampel pengamatan phytoplankton ?		
11.	Apakah anda mengetahui teknik pengambilan sampel pengamatan zooplankton ?		
12.	Apakah anda mengetahui teknik pengambilan sampel pengamatan benthos ?		
13.	Apakah anda mengetahui siklus hidup dan perkembangbiakan jenis-jenis phytoplankton?		

14.	Apakah anda mengetahui siklus hidup dan perkembangbiakan jenis-jenis pakan alami zooplankton ?		
15.	Apakah anda mengetahui siklus hidup dan perkembangbiakan jenis-jenis pakan alami benthos ?		
16.	Apakah anda mengetahui macam-macam alat dan bahan pembibitan jenis pakan alami phytoplankton ?		
17.	Apakah anda mengetahui macam-macam alat dan bahan pembibitan jenis pakan alami zooplankton ?		
18.	Apakah anda mengetahui macam-macam alat dan bahan pembibitan jenis pakan alami benthos?		
19.	Apakah anda mengetahui media pembibitan jenis-jenis pakan alami phytoplankton ?		
20.	Apakah anda mengetahui media pembibitan jenis-jenis pakan alami zooplankton ?		
21.	Apakah anda mengetahui media pembibitan jenis-jenis pakan alami benthos ?		
22.	Apakah anda mengetahui teknik pembibitan pakan alami secara kultur murni ?		
23.	Apakah anda mengetahui teknik pembibitan pakan alami secara kultur semi massal ?		
24.	Apakah anda mengetahui teknik pembibitan pakan alami secara kultur massal ?		
25.	Apakah anda pernah melakukan pembibitan pakan alami untuk produksi massal?		

II. PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran 1. Menerapkan kandungan nutrisi jenis-jenis pakan alami (Phytoplankton, zooplankton dan benthos)

A. Deskripsi

Buku teks bahan ajar siswa yang berjudul produksi pakan alami semester satu merupakan bahan ajar minimal yang dipergunakan dalam proses belajar mengajar di SMK. Mata pelajaran produksi pakan alami diberikan sebagai mata pelajaran dasar program keahlian yang diajarkan pada kelas X semester satu dan dua. Pada semester satu digunakan buku teks bahan ajar siswa yang berjudul Produksi Pakan Alami semester satu, sedangkan pada semester dua menggunakan buku teks bahan ajar siswa yang berjudul Produksi Pakan alami semester dua.

Pada semester satu ini akan mempelajari tiga kompetensi dasar yang akan diberikan pembelajaran dalam satu semester sebanyak 3 jam selama 20 minggu pembelajaran, sehingga dalam satu semester membutuhkan waktu 60 jam pembelajaran. Dalam pelaksanaan pembelajaran disesuaikan dengan kemampuan sekolah untuk menganalisis pembagian jam pembelajaran pada setiap kompetensi dasar. Setiap kompetensi dasar dalam buku teks bahan ajar siswa ini dibagi dalam tiga kegiatan belajar sesuai dengan KI-KD yang terdapat silabus.

Kompetensi Dasar itu adalah:

1. Menerapkan kandungan nutrisi jenis-jenis pakan alami (Phytoplankton, zooplankton dan benthos).
2. Menganalisis siklus hidup dan kistam perkembangbiakan pakan alami.
3. Menerapkan metode pembibitan pakan alami.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari Buku Teks Bahan ajar Siswa tentang menerapkan kandungan nutrisi jenis-jenis pakan alami (phytoplankton, zooplankton dan benthos), Siswa mampu:

a. Menjelaskan jenis-jenis pakan alami phytoplankton
b. Menjelaskan jenis-jenis pakan alami zooplankton
c. Menjelaskan jenis-jenis pakan alami benthos
d. Menjelaskan kandungan nutrisi jenis-jenis pakan alami
e. Melakukan teknik identifikasi jenis-jenis pakan alami phytoplankton
f. Melakukan teknik identifikasi jenis-jenis pakan alami zooplankton
g. Melakukan teknik identifikasi jenis-jenis pakan alami benthos
h. Melakukan teknik pengambilan sampel pengamatan

2. Uraian Materi

Jenis-jenis pakan alami

Apakah pakan alami itu? Sebelum membicarakan tentang pakan alami perlu dipahami arti katanya. Pakan merupakan peristilahan yang digunakan dalam dunia perikanan yang mempunyai arti makanan. Sedangkan alami menurut arti katanya adalah sesuatu yang berasal dari alam. Oleh karena itu pakan alami adalah pakan yang dikonsumsi oleh organisme yang berasal dari alam.

Pakan alami merupakan salah satu jenis pakan ikan hias dan ikan konsumsi air tawar, payau dan laut. Pakan alami adalah pakan yang disediakan secara alami dari alam dan ketersediaannya dapat dibudidayakan oleh manusia, sedangkan pakan buatan adalah pakan yang hanya dibuat oleh manusia

dengan menggunakan beberapa bahan baku dan formulasi pakannya disesuaikan dengan kebutuhan ikan.

Dalam buku teks bahan ajar siswa ini akan dibicarakan tentang pakan alami yang merupakan makanan yang sangat disukai oleh ikan hias dan ikan konsumsi. Pakan alami dapat diperoleh dengan mengambil dari alam atau melakukan usaha budidaya. Usaha budidaya pakan alami ini dapat dibagi atas dua kelompok besar yaitu : penyediaan pakan alami yang selektif dan penyediaan pakan alami secara nonselektif seperti pemupukan di lahan perairan.

Agar dapat membudidayakan pakan alami maka harus dikuasai teknik budidayanya yang didasarkan pada pengetahuan aspek biologi dan kimianya yang mencakup: morfologi, tahapan stadia perkembangbiakkannya, daur hidup dan habitat, kecepatan dan tingkat pertumbuhan, kebiasaan dan cara makan atau unsur hara yang dibutuhkan untuk hidup dan pertumbuhan serta nilai gizi pakan alami.

Pakan alami sangat cocok untuk benih ikan/udang dan ikan hias karena pakan alami sangat mudah dicerna didalam tubuh benih ikan/udang dan ikan hias. Selain itu ada beberapa alasan mengapa pemakaian pakan alami dalam usaha budidaya ikan selalu ada antara lain adalah:

a. Kandungan nutrisi yang tinggi dan sesuai bagi larva ikan serta dapat ditingkatkan kandungan gizinya melalui pengayaan (*enrichment*).
b. Toleransi hidup terhadap lingkungan yang tinggi.
c. Laju reproduksi tinggi (misalnya: 0,7 – 1,4 kali/rotifera/hari).
d. Dapat diproduksi secara massal dengan melakukan budidaya intensif.
e. Ukuran tubuh pakan alami umunya kecil sehingga sesuai dengan ukuran bukaan mulut larva ikan konsumsi dan ikan hias.
f. Mobilitas rendah artinya pakan alami ini memiliki gerakan yang lambat sehingga menarik perhatian dan memudahkan larva untuk menangkapnya.

g. Autolisis artinya pakan alami ini mengandung enzim-enzim pencernaan yang memudahkan larva dalam mencerna makanannya.
h. Tingkat pencemaran terhadap kualitas air dalam wadah budidaya rendah.

Pakan alami yang dapat dibudidayakan untuk kebutuhan larva ikan air tawar/payau/laut dan ikan hias dan banyak terdapat dialam dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu phytoplankton, zooplankton dan benthos. Pakan alami yang sudah dapat dibudidayakan secara massal untuk memenuhi kebutuhan benih ikan ada berbagai macam. Beberapa jenis pakan alami yang sudah dibudidayakan secara massal tertera pada Tabel 1.

Phytoplankton adalah organisme air yang melayang-layang mengikuti pergerakan air dan berupa jasad nabati. Dalam siklus hidupnya phytoplankton melakukan proses fotosintesa dan berukuran kecil yaitu terdiri dari satu sel atau beberapa sel. Bentuk phytoplankton antara lain : oval, bulat dan seperti benang.

Tabel 1. Beberapa jenis pakan alami yang sudah dibudidayakan secara massal.

Kelas	Species	Ukuran (ɥm)
Mikroalga	*Skeletonema costatum*	15-25
	Chaetoceros muelleri	6-9
	Tetraselmis chuii	8-16
	Nannochloropsis oculata	2-5
	Isochrysis galbana	3-7
Rotifera	*Brachionus sp (SS-type)*	94-163
	Brachionus rotundiformis (S-type)	150-205
	Brachionus plicatilis (L-type)	162-243
Brachiopoda	*Artemia salina*	400-10000
Copepoda	*Tigriopus japonicus*	100-900
Cladocera	*Moina sp*	150-1.500
	Daphnia sp	400-1.150

Phytoplankton yang hidup di dalam perairan ini akan memberikan warna yang khas pada perairan tersebut seperti berwarna hijau, biru atau coklat. Hal ini dikarenakan didalam tubuh phytoplankton terdapat zat warna atau pigmen. Zat warna atau pigmen ini dapat diklasifikasikan yaitu :

a. Warna biru (Fikosianin)
b. Warna hijau (Klorofil)
c. Warna pirang (Fikosantin)
d. Warna merah (Fikoeritrin)
e. Warna kuning (Xantofil)
f. Warna keemasan (Karoten)

Pakan alami dalam kelompok phytoplankton juga disebut dengan mikro alga yaitu kelompok alga yang berukuran kecil. Sachlan (1972) menggolongkan

alga dalam tujuh golongan berdasarkan pigmen yang dikandungnya dan habitatnya, yaitu :

a. Cyanophyta : alga biru yang hidup di air tawar dan laut.
b. Chlorophyta : alga hijau banyak hidup di air tawar
c. Chrysophyta : alga kuning yang hidup di air tawar dan laut
d. Phyrrophyta : alga yang hidup sebagai plankton di air tawar dan di laut
e. Eugulenophyta : hidup di air tawar dan di air payau, mengandung pigmen warna hijau, merah dan kuning atau perpaduan ketiga warna tersebut.
f. Phaeophyta : alga coklat yang hidup sebagai rumput laut
g. Rhodophyta : alga merah yang hidup sebagai rumput laut.

Phytoplankton biasanya hanya dapat dijumpai pada lapisan permukaan saja karena untuk hidup dan berkembangbiak membutuhkan cahaya sinar matahari yang cukup untuk melakukan fotosintesis. Pada umumnya lebih banyak dijumpai pada tempat yang terletak di daerah *continental shelf* dan di sepanjang pantai dimana terdapat proses *upwelling*. Daerah tersebut biasanya merupakan suatu daerah yang cukup kaya akan bahan-bahan organik. Phytoplankton disebut juga plankton nabati, adalah tumbuhan yang hidupnya mengapung atau melayang di perairan tawar, payau dan laut. Ukurannya sangat kecil sehingga tidak dapat dilihat oleh mata telanjang. Umumnya Phytoplankton berukuran 2 – 200 µm (1 µm = 0,001mm). Phytoplankton umumnya berupa individu bersel tunggal, tetapi juga ada yang berbentuk rantai dan ukurannya sangat kecil.

Phytoplankton dapat tumbuh dengan sangat lebat dan padat sehingga dapat menyebabkan perubahan warna pada air laut. Phytoplankton mempunyai fungsi penting di perairan tawar, payau dan laut, karena bersifat autotrofik,

yakni dapat menghasilkan sendiri bahan organik untuk makanannya. Selain itu, phytoplankton juga mampu melakukan proses fotosintesis untuk menghasilkan bahan organik karena mengandung klorofil. Karena kemampuannya ini, phytoplankton disebut sebagai produser primer.Bahan organik yang diproduksi phytoplankton menjadi sumber energi untuk menjalani segala fungsinya. Di samping itu energi yang terkandung di dalam phytoplankton dialirkan melalui rantai makanan. Seluruh hewan laut seperti udang, ikan, cumi-cumi, sampai ikan paus yang berukuran raksasa bergantung pada phytoplankton baik secara langsung atau tidak langsung melalui rantai makanan.

Berdasarkan zat warna yang dimiliki oleh alga ini, maka alga dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelas diantaranya adalah:

a. Alga Hijau (Kelas Chlorophyceae)
b. Alga Coklat (Kelas Bacillariophyceae/kelas Phaephyceae)
c. Alga Keemasan (Kelas Chrysophyceae)
d. Alga Merah (Kelas Rhodophyceae)
e. Alga Hijau Kebiruan (Kelas Cyanophyceae)

Dalam buku teks bahan ajar siswa ini akan dipelajari beberapa jenis phytoplankton yang sudah dapat dibudidayakan dan dikonsumsi oleh ikan/udang/ikan hias antara lain adalah :

a. Kelas Chlorophyceae, mempunyai ciri-ciri :
    1) Bersel tunggal tidak bergerak, misalnya *Chlorococcum, Chlorella*.
    2) Bersel tunggal dapat bergerak, misalnya *Chlamydomonas, Euglena, Tetraselmis.*
    3) Bentuk koloni dapat bergerak, misalnya *Volvox, Scenedesmus.*
    4) Bentuk koloni yang tidak bergerak, misalnya *Hydrodictyon reticulatum*
    5) Bentuk benang, misalnya *Spyrogyra, Oedogonium*
    6) Bentuk lembaran, misalnya, *Ulva, Chara*

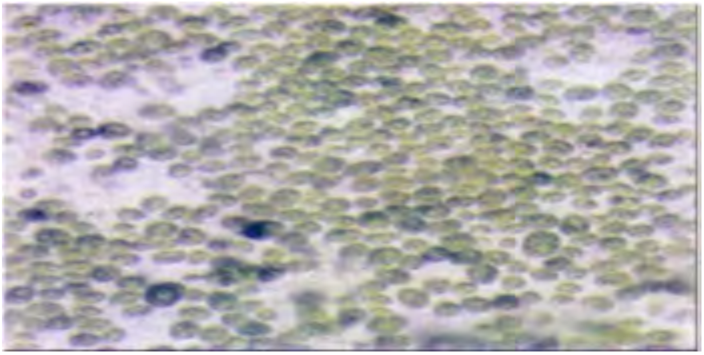
Selain itu ciri-ciri umum yang dimiliki dari alga hijau ini adalah :

1) Berwarna hijau rumput karena mengandung khlorofil
2) Mempunyai empat bulu cambuk.
3) Reproduksi sel terjadi secara vegetatif aseksual dan seksual

b. Kelas Bacillariophyceae, mempunyai ciri-ciri :
   1) Berwarna coklat karena mengandung silikat
   2) Berbentuk seperti cawan petri
   3) Reproduksi secara pembelahan sel
   4) Bersel tunggal, misalnya *Chaetoceros calcitran* dan *Skeletonema costatum*
c. Kelas Cyanophyceae, mempunyai ciri-ciri :
   1) Berwarna hijau kebiruan karena mengandung klorofil dan pigmen kebiru-biruan yaitu phycocyanin
   2) Berbentuk benang yang melingkar seperti spiral, misalnya *Spirulina.*

Beberapa aspek biologi dari phytoplankton yang sudah dapat dibudidayakan secara massal antara lain adalah :

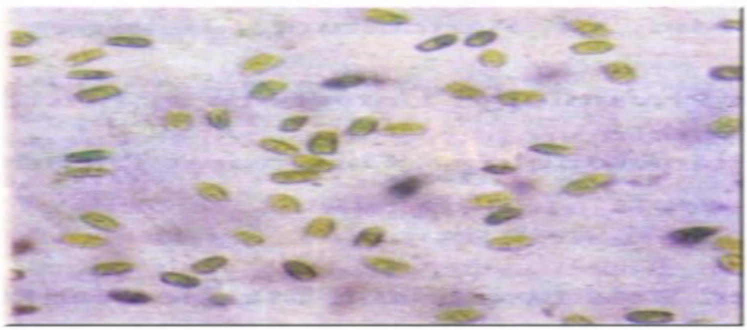
a. Aspek biologi *Chlorella* sp. :
   1) Alga sel tunggal
   2) Bentuknya bulat atau bulat telur
   3) Mempunyai khloroplas seperti cawan, dindingnya keras, padat dan garis tengahnya 5 mikron meter.
   4) Perkembangbiakan terjadi secara aseksual, yaitu dengan pembelahan sel atau pemisahan autospora dari sel induknya.
   5) Habitatnya adalah tempat-tempat yang basah dan medianya mengandung cukup unsur hara seperti N, P, K dan unsur hara mikro lainnya (karbon, nitrogen, fosfor, sulfur dan lain-lain). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. ***Chlorella*** **sp**

b. Aspek biologi *Tetraselmis* sp.

1) Alga sel tunggal yang bergerak aktif.
2) Mempunyai empat buah flagella dan berukuran 7 – 12 mikron meter.
3) Mempunyai kloroplas.
4) Perkembangbiakan secara aseksual yaitu pembelahan sel dan seksual yaitu dengan bersatunya khloroplas dari gamet jantan dan betina.
5) Hidup di perairan pantai atau laut dengan kisaran salinitas 27 – 37 permil.Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. ***Tetraselmis*** **sp**

c. Aspek biologi *Scenedesmus* sp.

1) Jenis alga yang berkoloni.
2) Mempunyai kloroplas pada selnya.
3) Perkembangbiakkannya dengan pembentukan koloni, dari setiap sel induk dapat membentuk sebuah koloni awal yang membebaskan diri melalui suatu pecahan pada dinding sel induk.Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.

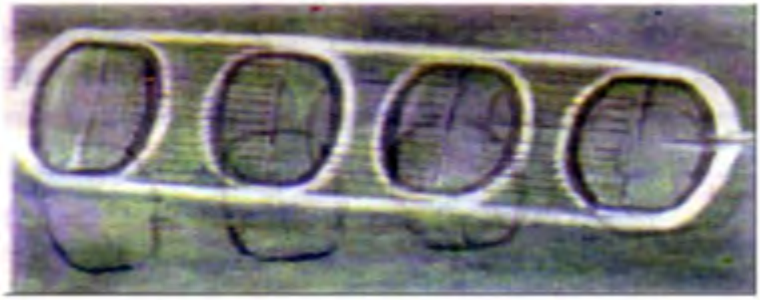


Gambar 3. *Scenedesmus* sp

d. Aspek biologi *Skeletonema costatum*

1) Bersel tunggal, berukuran 4 – 6 mikron meter.
2) Mempunyai bentuk seperti kotak dengan sitoplasma yang memenuhi sel dan tidak memiliki alat gerak.
3) Perkembangbiakan melalui pembelahan sel.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.

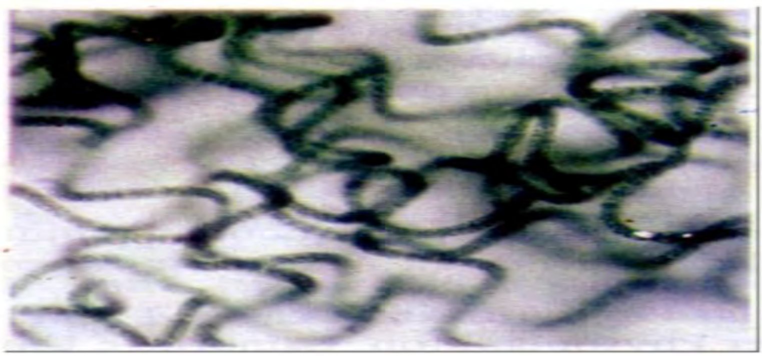


Gambar 4. Skeletonema costatum

e. Aspek biologi *Spirulina* sp.

1) Alga hijau biru yang berbentuk spiral dan memiliki dinding sel tipis yang mengandung murein.
2) Mempunyai dua macam ukuran yaitu jenis kecil berukuran 1 – 3 mikron meter dan jenis besar berukuran 3 – 12 mikron meter.
3) Perkembangbiakan terjadi secara aseksual atau pembelahan sel yaitu dengan memutus menjadi satuan-satuan sel yang baru.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. *Spirulina*, sp

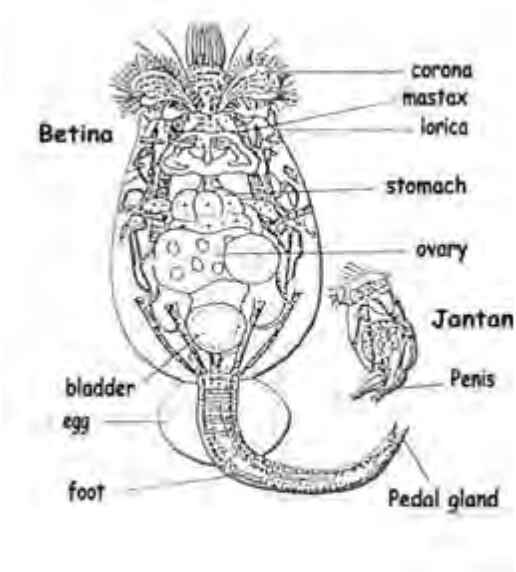
Jenis pakan alami yang kedua adalah zooplankton yaitu organisma air yang melayang-layang mengikuti pergerakan air dan berupa jasad hewani. Jenis zooplankton yang biasa digunakan sebagai makanan larva atau benih ikan/udang/ikan hias dan sudah dapat dibudidayakan adalah :

a. Rotifera, yaitu *Brachionus* sp.

   Ciri-cirinya antara lain adalah :

   1) Berwarna putih.
   2) Tubuhnya berbentuk seperti piala dan mempunyai panjang 60 – 80 mikron meter.
   3) Terlihat koronanya dan terdapat bulu getar yang bergerak aktif.
   4) Perkembangbiakannya dilakukan dengan dua cara yaitu secara parthenogenesis dan seksual.

   Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6.



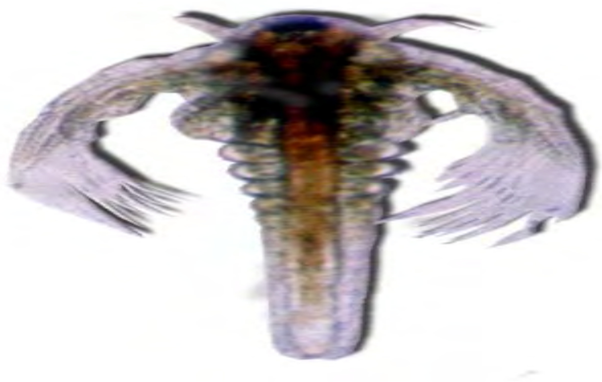
Gambar 6. *Brachionus* sp

b. Brachiopoda, yaitu *Artemia salina*

Ciri-cirinya antara lain adalah :

1) Telurnya berwarna coklat dengan diameter 200 – 300 mikron meter, sedangkan pada saat dewasa berwarna kuning cerah,
2) Perkembangbiakan dengan dua cara yaitu parthenogenesis dan biseksual
3) Nauplius tubuhnya terdiri dari tiga pasang anggota badan yaitu antenula, antenna I dan antenna II,
4) Artemia dewasa berukuran 1 - 2 cm dengan sepasang mata majemuk dan 11 pasang thoracopoda.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 7.



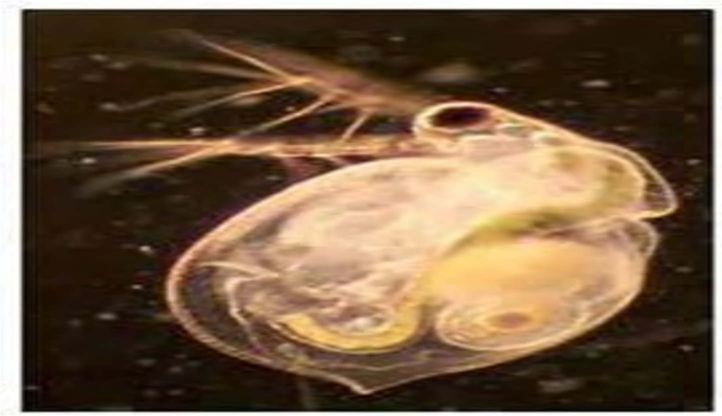
Gambar 7. Artemia salina

c. Cladocera, yaitu *Moina* sp. Dan *Daphnia* sp.

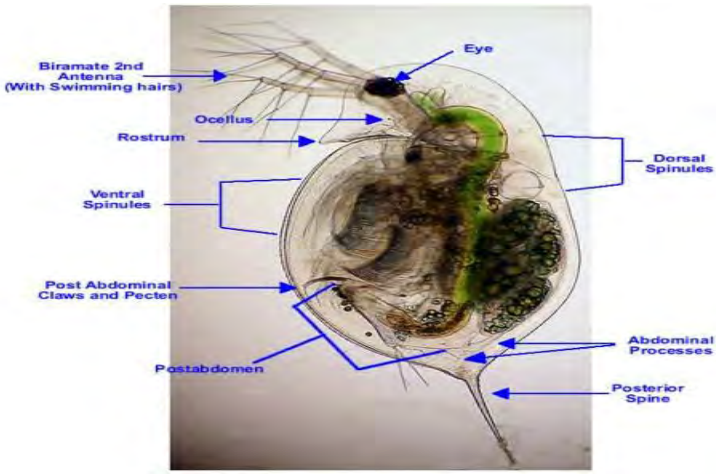
Ciri-cirinya antara lain adalah :

1) Berwarna merah karena mengandung haemoglobin
2) Bergerak aktif
3) Bentuk tubuh membulat untuk moina dan lonjong untuk daphnia
4) Perkembangbiakannya secara sexual dan parthenogenesis

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9.



Gambar 8. Moina sp



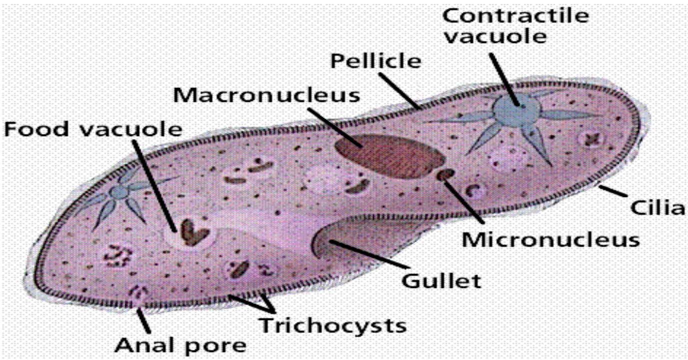
Gambar 9. Daphnia sp

d. Infosaria, yaitu *Paramecium* sp.

Ciri-cirinya antara lain adalah :

1) Bersel tunggal
2) Berwarna putih

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. *Paramecium*

Jenis pakan alami yang ketiga yang dapat diberikan kepada ikan, larva dan benih ikan/udang/ikan hias adalah benthos. Benthos adalah organisma air yang hidupnya di dasar perairan. Benthos yang biasa dimanfaatkan dan dapat dibudidayakan sebagai makanan ikan antara lain adalah cacing rambut atau *Tubifex* dan larva *Chironomus* sp. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12.

Ciri-ciri benthos secara umum antara lain adalah :

1) Berwarna merah darah karena banyak mengandung haemoglobin.
2) Berbentuk seperti benang yang bersegmen-segmen.



Gambar 11. Cacing rambut (*Tubifex* sp)



Gambar 12. Larva *Chironomus* sp

Larva *Chironomus* sp berasal dari lalat *Chironomus*(Gambar 13). Larva berwarna merah ini terdiri dari kepala dan tigabelas segmen dengan panjang tubuh antara 10-15 mm. Pada segmen ke 12 terdapat rambut yang panjang dan kasar sedangkan pada segmen terakhir terdapat percabangan dua. Seperti pada umumnya benthos yang hidupnya berada di dasar perairan yang mengandung bahan organik tinggi , larva

Chironumus sp juga menyukai hidup pada perairan yang mengandung bahan organik yang tinggi baik dari hasil limbah buangan rumah tangga maupun pada kondisi perairan yang tercemar dengan bahan organik. Untuk tumbuh dan berkembangnya membutuhkan suhu yang cukup berfluktuatif berkisar antara 10-35^{o}C. Pada lokasi perairan yang mempunyai suhu yang tinggi maka proses pertumbuhannya akan semakin cepat.



Gambar 13. Lalat *Chironomus* sp

Larva *Chironomus* sp atau lebih dikenal sebagai cacing darah atau *bloodworm* merupakan larva dari serangga yang termasuk ke dalam family nyamuk. *Chironomus* mengalami metamorphosis sempurna, memiliki empat stadia hidup, yaitu telur , larva, kepompong dan dewasa.

Jenis pakan alami yang sedang dikembangkan sebagai pengganti tepung ikan adalah Maggot.Maggot berasal dari telur lalat yang mengalami metamorfosis pada fase kedua setelah fase telur dan sebelum fase pupa yang kemudian berubah menjadi lalat dewasa. Pada saat ini Maggot sudah dapat diproduksi secara massal di Balai Budidaya Ikan Hias Depok. Peluang Maggot menjadi pakan alternatif ikan memang terbuka lebar. Apalagi ia dapat menggantikan fungsi tepung ikan sebagai sumber

protein pada pelet. Selama ini pabrik-pabrik pakan di tanahair masih bergantung pada tepung ikan impor dari negara Amerika Latin seperti Chili dan Peru. Berdasarkan data LRBIHAT impor tepung ikan Indonesia mencapai US$200-juta setiap tahun.

Maggot (ulat dan serangga black soldier) merupakan sumber bahan baku protein non tepung ikan yang diharapkan mampu berperan dalam mensuplai protein sesuai dengan kebutuhan ikan. Perolehan bahan ini dapat dilakukan secara budidaya dan dapat diproduksi secara masal. Hewan ini dapat diibaratkan sebagai mesin biologis yang mampu mengeluarkan enzim alami, sehingga bahan organik yang sebelumnya susah dicerna dapat disederhanakan dan besar kemungkinan bahan tersebut menjadi mudah dicerna, termasuk oleh ikan. Selain itu hewan sederhana ini memiliki kandungan antimikroba dan anti jamur, tidak membawa atau agen penyakit, kandungan protein cukup tinggi (30-45%), mengandung asam lemak esensial seperti linoleat dan inolenat, serta memiliki 10 macam asam amino essensial. Keistimewaan lainnya adalah hewan ini mampu hidup relatif cukup lama C ± 8 minggu) serta dalam pembudidayaannya tidak memerlukan teknologi tinggi.

Maggotmerupakan larva dari serangga *Hermetia illucens* (Diptera, famili: Stratiomydae) atau *Black Soldier* yang dapat mengkonversi material organik menjadi biomassnya (sumber energi buat diri sendiri). Disamping memiliki potensi sebagai sumber protein pakan, Maggot juga memiliki fungsi sebagai pakan alternatif. Salah satu keunggulan Maggot adalah dapat diproduksi sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Sebagai sumber protein hewani, Maggot juga berpotensi untuk mengganti tepung ikan yang semakin langka keberadaannya saat ini. Kandungan protein yang terdapat pada Maggot sangat tinggi sehingga Maggot sangat baik

digunakan untuk mempercepat proses pertumbuhan pada ikan-ikan budidaya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 14.

Budidaya Maggot di Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar Sukabumi (BBPBATS) hingga tahun 2006 sudah berhasil diproduksi dengan cara menyiapkan media bungkil kelapa sawit (Palm Kernel Meal / PKM) fermentasi yang ditempatkan dalam wadah dengan sumber serangga black soldier (*Hermentia illucens*) dan alam. Dari beberapa kali produksi hasilnya tidak konsisten dan sulit diprediksi, oleh karenanya metoda budidaya Maggot akan disempurnakan dengan mengupayakan agar produk Maggot lebih terkontrol. Dengan terkumpul telur ini, maka produksi Maggot sudah dapat diprediksi dari segi kontinyuitas dan kuantitasnya.



Gambar 14. Maggot

Berdasarkan media tumbuhnya pakan alami dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu pakan alami air tawar dan pakan alami air laut. Jenis pakan alami air tawar yang sudah banyak dibudidayakan secara massal antara lain adalah*Moina, Daphnia, Brachionus, Tubifex* , sedangkan jenis pakan alami air laut yang sudah dibudidayakan adalah berbagai macam jenis phytoplankton, *Brachionus*, *Artemia salina.*

Dalam membudidayakan pakan alami yang akan diberikan kepada ikan hias dan ikan konsumsi dipilih jenis pakan alami yang relatif mudah dan mempunyai siklus hidup yang singkat. Hal ini bermanfaat untuk menyediakan pakan alami tersebut secara kontinu. Selanjutnya setelah siswa SMK memahami berbagai jenis pakan alami yang dapat dibudidayakan adalah memahami berbagai macam kandungan nutrisi pakan alami. Kandungan nutrisi pakan alami yang baik akan mengakibatkan larva atau benih ikan yang mengkonsumsi pakan alami mengalami kematian yang mendekati nol dan kelangsungan hidup tinggi serta pertumbuhan larva atau benih ikan sangat baik.

Kandungan nutrisi Pakan Alami

Pakan alami yang akan diberikan pada ikan karena beberapa alasan diantarannya adalah Kandungan nutrisi yang tinggi dan sesuai bagi larva ikan, toleransi hidup terhadap lingkungan yang tinggi, laju reproduksi tinggi, dapat diproduksi masal, ukuran tubuh sesuai dengan ukuran mulut larva ikan, mobilitas rendah, Autolisis (mudah diserap oleh pencernaan larva ikan) dan tingkat pencemaran terhadap air kultur rendah. Yang sangat penting dari beberapa alasan tersebut adalah kandungan nutrisi pakan alami, apakah kandungan nutrisi pakan alami tersebut? Berdasarkan ilmu nutrisi pada pakan alami juga perlu diketahui zat/nutrien yang terkandung pada pakan alami yaitu kadar protein, kadar karbohidrat, kadar lemak.

Protein, karbohidrat dan lemak merupakan sumber energi utama pada makhluk hidup. Pakan alami yang mengandung zat nutrisi yang mencukupi akan berdampak pada pertumbuhan larva dan benih yang mengkonsumsi pakan alami tersebut. Berdasarkan hasil analisa

proksimat yang dilakukan di laboratorium, semua bahan makanan yang dilakukan analisis akan mengandung bahan kering dan air.

Jumlah air yang terdapat pada bahan uji disebut dengan kadar air. Sedangkan bahan kering dari hasil uji tersebut terdiri dari bahan organik dan bahan anorganik. Bahan anorganik yang diperoleh dari bahan uji biasa disebut dengan kadar abu. Sedangkan bahan organik terdiri dari dua macam yaitu bahan organik yang mengandung Nitrogen (N) dan bahan organik yang tidak mengandung Nitrogen (N). Bahan organik yang mengandung N adalah protein dan biasa disebut sebagai kadar protein. Bahan organik yang tidak mengandung N terdiri dari dua nutient yaitu karbohidrat dan lipid.

Kandungan karbohidrat dalam bahan uji terdiri dari serat kasar dan bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) sehingga disebut sebagai kadar serat kasar dan kadar BETN. Sedangkan kandungan lipid pada bahan uji dianalisis sebagai kadar lemak. Pada Tabel 2, tertera beberapa kandungan gizi pakan alami yang telah dilakukan analisa proksimat tersebut.Pakan alami yang diberikan pada larva ikan dan udang berperan sebagai sumber karbohidrat, lemak, protein dengan susunan asam amino yang lengkap serta mineral. Dengan kandungan nutrisi yang cukup pada pakan alami tersebut maka larva dan benih ikan akan mengalami pertumbuhan yang optimal. Pada beberapa usaha pembenihan ikan air tawar maupun ikan air laut pakan alami merupakan pakan awal atau pakan pertama yang diberikan untuk mengatasi kondisi larva yang belum berkembang organ pencernaannya secara sempurna.

Protein merupakan suatu molekul komplek yang besar (makromolekul), yang terbentuk dari molekul asam amino dimana asam amino tersebut satu sama lain berhubungan dengan ikatan peptida. Protein sangat

dibutuhkan oleh semua makhluk hidup tidak terkecuali ikan, dan pada ikan protein merupakan sumber energi utama. Pada semua mahluk hidup protein pakan merupakan sumber asam amino untuk sintesis yang akan membentuk senyawa tertentu yang sehabis digunakan akan dibuang, misalnya : enzim, hormone. Dengan keberadaan protein yang tinggi pada pakan alami maka sumber protein di dalam pakan alami ini akan dapat membentuk jaringan baru untuk pertumbuhan dan reproduksi dan menggantikan protein dari jaringan-jaringan yang aus. Protein juga merupakan komponen essensial dari jaringan dan organ tubuh hewan, merupakan protoplasma aktif dalam semua sel hidup dan merupakan instrumen molekuler yang mengekspresikan informasi genetik.

Tabel 2. Kandungan nutrisi beberapa jenis pakan alami

Jenis pakan alami	Kadar air	Kadar protein	Kadar lemak	Kadar serat kasar	Bahan Ekstra Tanpa Nitrogen	Abu
Acartia sp	7,8	71,2	8,3	5,4	9,9	5,2
Artemia	8,0	55,5	6,8	11,3	15,0	11,4
Azolla	8,0	27,2	3,4	12,9	36,5	20,0
Brachionus sp	8,1	51,9	10,4	3,5	15,3	18,9
Chaetoceros	7,6	24,4	7,1	2,5	26,7	39,3
calcitran	10,1	35,1	4,2	5,6	27,7	27,4
Chlorella air	10,4	33,6	18,1	4,4	23,0	20,9
laut	8,5	57,8	7,6	8,4	17,2	9,0
Isochrysis	88,92	53,05	13,810	2,58	29,13	4,01
galbana	10,4	9,0	0,8	9,6	46,4	34,2
Moina	10,4	24,7	2,6	0,7	20,2	51,8

macrocopa	8,0	56,7	2,8	0,6	28,1	11,8
Daphnia sp	5,5	49,1	10,7	2,1	19,0	19,1
Sargassum						
Skeletonema						
Spirulina						
Tetraselmis sp						
Enteromorpha	15,2	13,8	1,9	9,3	36,9	38,1
Gracilaria sp	7,0	10,2	0,4	5,8	44,8	38,8
Kappaphycus	6,1	5,4	0,8	6,1	57,3	30,4
sp	87,06	56,60	2,86	-	-	4,94
Larva						
Chironomus						

Karbohidrat adalah senyawa organik yang terdiri dari unsur karbon, hidrogen dan oksigen dalam perbandingan yang berbeda-beda, terdiri dari Serat Kasar dan Bahan Ekstra Tanpa Nitrogen (BETN). Formula umum karbohidrat adalah Cn $(H_2O)_2$. Karbohidrat sangat dibutuhkan bagi ikan karena mempunyai fungsi sebagai:

a. Sumber energi = *Protein Sparing Effect* yang artinya karbohidrat dapat digunakan sebagai sumber energi pengganti bagi protein dimana dengan menggunakan karbohidrat dan lemak sebagai sumber bahan baku maka hal ini dapat mengurangi harga pakan.
b. Sebagai zat awal/prekursor untuk sintesis asam amino nonessensial
c. Sebagai sumber Ribosa (untuk DNA dan RNA)

Lipid adalah senyawa organik yang tidak dapat larut dalam air tetapi dapat diekstraksi dengan pelarut nonpolar seperti kloroform, eter dan benzena.Senyawa organik ini terdapat didalam sel dan berfungsi sebagai

sumber energi metabolisme dan sebagai sumber asam lemak esensial. Lipid pada ikan dan juga benih mempunyai fungsi sebagai sumber energi metabolisme, sumber asam lemak esensial yang mempunyai fungsi specifik dalam tubuh seperti untuk struktur sel dan pemeliharaan integritas membran-membran yang hidup, sebagai komponen utama struktur sel, penyimpan bahan bakar metabolik, untuk mengangkut bahan bakar, sebagai pelindung dinding sel dan juga sebagai komponen pelindung kulit vertebrata. Selain itu dengan adanya kandungan lipid dalam pakan alami merupakan sumber steroid yang melaksanakan fungsi penting seperti pemeliharaan kistam selaput, transportasi lipid dan prekursor dari hormon steroid.

Untuk mengetahui kandungan nutrisi dari pakan alami tersebut maka siswa SMK dapat melakukan pengukuran analisa proksimat pakan alami yang akan diuji. Beberapa pengukuran yang menentukan kandungan nutrisi pakan alami adalah kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat yang terdiri dari kadar serat kasar dan Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN). Cara pengukuran untuk mengetahui kandunangan nutrisi stersebut dapat mengikuti cara kerja dibawah ini.

Pengukuran Kadar Air dengan Metode Gravimetri

Prinsip : Air akan menguap seluruhnya jika bahan makanan dipanaskan pada suhu 105 – 110 ^{o}C.

Peralatan :

a. Botol timbang bertutup/cawan
b. Dessiccator/Eksikator
c. Oven
d. Neraca analitik

Langkah Kerja 1 :

1. Cawan dipanaskan dalam oven pada suhu 105 – 110^o C selama 1jam, dinginkan dalam eksikator selama 10 menit dan ditimbang (x_1).
2. Timbang bahan/contoh yang telah dihaluskan sebanyak 2 – 3 gram (a) lalu dimasukkan kedalam cawan X_1 .
3. Cawan dan bahan dipanaskan dalam oven selama 4 – 6 jam pada suhu 105 – 110^o C, dinginkan dalam eksikator kemudian timbang, lakukan pemanasan kembali dalam oven selama 30 menit, dinginkan dalam eksikator dan timbang, lakukan hal tersebut sampai tercapai berat yang konstan (selisih penimbangan berturut-turut kurang dari 0,02 gram).
4. Hitunglah persentase kadar air bahan yang dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{(X_1 + a) - X_2}{a} \times 100\%$$

Langkah Kerja SNI :

1. Timbang dengan seksama 1-2 g cuplikan pada sebuah botol timbang bertutup yang sudah diketahui bobotnya (W1).
2. Keringkan pada oven suhu 105 ^{o}C selama 3 jam
3. Dinginkan dalam eksikator
4. Timbang (W), ulangi pekerjaan ini hingga diperoleh bobot tetap

Perhitungan :

$$\text{Kadar air} = \frac{W}{W1} \times 100\%$$

Pengukuran Kadar Abu dengan Metode Gravimetri

Prinsip ; Bahan makanan jika dilakukan pemanasan didalam tanur listrik yang bersuhu 600 ^oC, maka zat-zat organik akan diuraikan menjadi air dan CO_2 yang tertinggal hanya bahan anorganik yaitu abu.

Peralatan :

a. Cawan porselen
b. Tanur listrik
c. Neraca analitik
d. Dessicator/eksikator

Langkah Kerja 1 :

1. Cawan dipanaskan dalam oven pada suhu 105 – 110 ^{o} C selama 1jam, dinginkan dalam eksikator selama 10 menit dan ditimbang (X_1).
2. Timbang bahan/contoh yang kering sebanyak 2 – 3 gram (a) lalu masukkan kedalam cawan X_1.
3. Masukkan cawan dan bahan kedalam oven pengabuan/tanur dengan cara dipanaskan dengan suhu 550 – 600 ^{o} C sampai menjadi abu dan berwarna putih (selama 3 – 6 jam).
4. Dinginkan dalam eksikator selama 15 menit dan timbang cawan dan abu tersebut (X_2).
5. Hitunglah persentase kadar abu bahan yang dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{X_2 - X_1}{a} \times 100\%$$

Langkah kerja SNI :

1. Timbang dengan seksama 2-3 g contoh kedalam cawan porselen yang telah diketahui bobotnya

2. Arangkan di atas nyala pembakar, lalu abukan dalam tanur listrik pada suhu maksimum 550 ^{o}C sampai pengabuan sempurna (sekali-kali pintu tanur dibuka sedikit, agar oksigen bisa masuk)
3. Dinginkan dalam eksikator, lalu timbang sampai bobot tetap

Perhitungan :

$$\text{Kadar abu} = \frac{W1 - W2}{W} \times 100\%$$

W : Bobot contoh sebelum diabukan dalam gram

W1 : Bobot contoh + cawan sesudah diabukan dalam gram

W2 : Bobot cawan kosong dalam gram

Pengukuran Kadar Lemak dengan Metode Soxhlet

Prinsip : Bahan makanan yang larut di dalam petrelium eter, atau ekstraksi lemak bebas dengan pelarut non polar

Peralatan :

a. Kertas saring
b. Labu lemak
c. Alat soxhlet
d. Pemanas listrik
e. Oven
f. Neraca analitik
g. Kapas bebas lemak
h. Pereaksi : hexane atau pelarut lemak lainnya

Langkah kerja 1 :

1. Panaskan cawan labu dalam oven pada suhu 105 – 110 ^{o} C selama satu jam, dinginkan dalam eksikator selama 10 menit dan timbang (X_1).
2. Timbang bahan/contoh sebanyak 2 – 5 gram (bahan sebaiknya dalam bentuk halus dan kering), dan dibungkus dengan kertas saring/kertas filter dalam bentuk silinder (a).
3. Masukkan selongsong kertas filter kedalam tabung ekstraksi dan diberi pemberat serta dihubungkan dengan kondensor/pendingin .
4. Pasanglah tabung ekstraksi pada alat destilasi Soxhlet dengan pelarut petroleum ether/petroleum benzena/hexana sebanyak 150 ml yang dimasukkan kedalam soxhlet sampai kertas saring tersebut terendam dan sisa larutan dimasukkan kedalam labu.
5. Panaskan cawan labu yang dihubungkan dengan soxhlet di atas water bath sampai cairan dalam soxhlet terlihat bening. Pemanasan ini berlangsung selama 2 – 4 jam, apabila setelah 4 jam ekstraksi belum sempurna pemanasan dapat dilanjutkan selama 2 jam lagi.
6. Lepaskan labu dari soxhlet dan tetap dipanaskan di atas water bath untuk menguapkan semua petroleum ether dari cawan labu.
7. Cawan labu dipanaskan dalam oven pada suhu 105 – 110 ^{o}C selama 15 –60 menit, kemudian didinginkan dalam eksikator selama 10 menit dan ditimbang. Ulangi prosedur ini sampai diperoleh berat yang stabil (X_2).
8. Hitunglah persentase kadar lemak bahan/contoh dengan persamaan sebagai berikut ;

$$\text{Kadar Lemak (\%)} = \frac{X_2 - X_1}{a} \times 100\%$$

Langkah kerja SNI :

1. Timbang seksama 1-2 g contoh, masukkan kedalam selongsong kertas yang dialasi dengan kapas
2. Sumbat selongsong kertas berisi contoh tersebut dengan kapas, keringkan dalam oven pada suhu tidak lebih dari 80 ^{o}C selama lebih kurang satu jam, kemudian masukkan ke dalam alat soxhlet yang telah dihubungkan dengan labu lemak berisi batu didih yang telah dikeringkan dan telah diketahui bobotnya
3. ekstrak dengan heksana atau pelarut lemak lainnya selama lebih kurang 6 jam
4. Sulingkan heksana dan keringkan ekstrak lemak dalam oven pengering pada suhu 105oC
5. Dinginkan dan timbang
6. Ulangi pengeringan ini hingga tercapai bobot tetap

Perhitungan ;

$$\% \text{ Lemak} = \frac{W - W1}{W2} \times 100\%$$

W : bobot contoh dalam gram

W1 : bobot lemak sebelum ekstraksi dalam gram

W2 : bobot labu lemak sesudah ekstraksi

Pengukuran Kadar Lemak dengan Metode Weibull

Prinsip : ekstraksi lemak dengan pelarut non polar setelah contoh dihidrolisis dalam suasana asam untuk membebaskan lemak yang terikat.

Peralatan :

a. Kertas saring
b. Kertas saring pembungkus (Thimle)
c. Labu lemak
d. Alat Soxhlet

e. Neraca Analitik

f. Pereaksi : larutan HCl 25%, kertas lakmus, n-Heksana atau pelarut lemak lainnya

Langkah kerja SNI ;

1. Timbang seksama 1-2 g cuplikan ke dalam gelas piala
2. Tambah 30 ml HCl 25% dan 20 ml air serta beberapa butir batu didih
3. Tutup gelas dengan kaca arloji dan didihkan selama 15 menit
4. Saring dengan keadaan panas dan cuci dengan air panas hingga tidak bereaksi asam lagi
5. Keringkan kertas saring berikut isinya pada suhu 100 – 105 ^oC.
6. Masukkan ke dalam kertas saring pembungkus (paper thimble) dan ekstrak dengan heksana atau pelarut lemak lainnya 2 – 3 jam pada suhu lebih kurang 80 ^oC.
7. Sulingkan larutan heksana atau pelarut lemak lainnya dan keringkan ekstrak lemak pada suhu 100 – 105 ^oC.
8. Dinginkan dan timbang
9. Ulangi proses pengeringan ini hingga tercapai bobot tetap

Perhitungan ;

$$\text{Kadar lemak} = \frac{W1 - W2}{W} \times 100\%$$

W : bobot cuplikan dalam gram

W1 : bobot labu lemak sesudah ekstraksi dalam gram

W2 : bobot labu lemak sebelum ekstraksi dalam gram

Pengukuran Kadar Protein dengan Metode Kjeldahl

Prinsip : menentukan kadar protein secara tidak langsung, dengan cara menentukan kadar N nya kemudian dikalikan dengan faktor protein 6,25. Senyawa nitrogen diubah menjadi amonium sulfat oleh H_2SO_4 pekat. Amonium Sulfat yang terbentuk diuraikan dengan NaOH, amoniak yang dibebaskan diikat dengan asam borat dan kemudian dititar dengan larutan baku asam.

Peralatan :

a. Labu kjeldhal
b. Alat penyulingan dan kelengkapannya
c. Pemanas listrik/pembakar
d. Neraca analitik

Tahap Oksidasi, langkah kerjanya ;

1. Masukkan 0,5 – 1 gram bahan/contoh (a), 3 gram katalis (K_2SO_4 + $CuSO_4$) dan 10 ml H_2SO_4 kedalam tabung Kjeldahl.
2. Tabung dipanaskan hingga larutan di dalam tabung berubah warna menjadi hijau bening, kemudian di dinginkan.
3. Encerkan dengan akuades sampai larutan menjadi 100 ml.

Tahap Destruksi, langkah kerjanya :

1. Masukkan 5 ml larutan hasil oksidasike dalam cawan labu kjeldahl.
2. Tambahkan NaOH 0,05 N sebanyak 10 ml.
3. Siapkan Erlenmeyer, masukkan H_2SO_4 0,05 N sebanyak 10 ml dan tambahkan 2 – 3 tetes larutan indikator (metyl red/methylen blue), kemudian didestruksi selama10 menit.

Tahap Titrasi

1. Hasil destruksi dititrasi dengan NaOH 0,05 N
2. Volume titran yang digunakan dicatat.
3. Lakukan prosedur yang sama pada blanko.

Perhitungan kadar protein diperoleh dari persamaan sebagai berikut ;

$$\text{Kadar Protein (\%)} = \frac{0{,}0007 \times 6{,}25 \times 20 \times (\text{titran blanko-titran sampel})}{a} \times 100\%$$

Pengukuran Kadar Protein dengan Metode Gunning

Langkah kerja :

1. Timbang bahan sebanyak 2 – 5 gram yang telah ditumbuk halus dan masukkan kedalam labu kjeldahl, tambahkan 10 gram K_2S atau Na_2SO_4 anhidrat dan 15 – 25 ml H_2SO_4 pekat, kalau destruksi sukar dilakukan perlu ditambah katalis $CuSO_4$ sebanyak 6 gram dan digoyang.
2. Kemudian dipanaskan pada pemanas listrik atau api bunsen dalam almari asam, mula-mula dengan api kecil dan setelah asap hilang api dibesarkan, pemanasan diakhiri setelah cairan menjadi jernih tidak berwarna.
3. Lakukan langkah 1 dan 2 untuk perlakuan blanko.
4. Setelah labu kjeldahl beserta cairannya menjadi dingin, tambahkan 200 ml aquades dan 75 ml larutan NaOH 40-45% sampai larutan menjadi basa, pasanglah labu kjeldahl dengan segera pada alat destilasi.
5. Panaskan labu kjeldahl sampai amonia menguap semua, destilat ditampung dalam erlenmeyer yang berisi 100 ml HCl 0,1 N yang sudah diberi indikator phenolphtalein 1% 2 - 5 tetes. Destilasi

diakhiri setelah volume destilat 150 ml atau setelah destilat yang keluar tidak bersifat basa.

6. Kelebihan HCl 0,1 N dalam destilat dititrasi dengan larutan basa standar (larutan NaOH 0,1 N) samapi larutan berwarna pink, catat volume titran.
7. Hitunglah kadar protein bahan dengan persamaan sebagai berikut ;

$$\text{Kadar Nitrogen (\%)} = \frac{(\text{ml NaOH blanko} - \text{ml NaOH contoh})}{\text{Gram contoh X 10}} \text{X N NaOH X 14,008}$$

Kadar Protein (%) = Kadar Nitrogen X faktor konversi

Pengukuran Kadar Protein dengan Metode SNI

Pereaksi :

a. Campuran selen, campuran 2,5 gr serbuk SeO_2, 100 gr K_2SO_4 dan 20 gr $CuSO_4$ 5 H_2O.
b. Indikator campuran, siapkan larutan bromcresol green 0,1 % dan larutan merah metil 0,1 % dalam alkohol 95 % secara terpisah. Campur 10 ml bromcresol green dengan 2 ml merah metil.
c. Larutan asam borat H_3BO_3 2 %, larutkan 10 gr H_3BO_3 dalam 500 ml air suling. Setelah dingin pindahkan kedalam botol bertutup gelas. Campur 500 ml asam borat dengan 5 ml indikator.
d. Larutan asam klorida, HCL 0,01 N
e. Larutan Natrium Hidroksida NaOH 30%, larutkan 150 gram Natrium Hidroksida kedalam 350 ml air, simpan dalam botol bertutup karet.

Langkah kerja ;

1. Timbang seksama 0,51 g cuplikan, masukkan ke dalam labu Kjeldahl 100 ml

2. Tambahkan 2 g campuran selen dan 25 ml H_2SO_4 pekat.
3. Panaskan diatas pemanas listrik atau api pembakar sampai mendidih dan larutan menjadi jernih kehijau-hijauan (sekitar 2 jam)
4. Biarkan dingin, kemudian encerkan dan masukkan kedalam labu ukur 100 ml, tepatkan sampai tanda garis
5. Pipet 5 ml larutan dan masukkan kedalam alat penyuling, tambahkan 5 ml NaOH 30% dan beberapa tetes indikator PP,
6. Sulingkan selama lebih kurang 10 menit, sebagai penampung gunakan 10 ml larutan asam borat 2% yang telah dicampur indikator
7. Titar dengan larutan HCL 0,01 N
8. Kerjakan penetapan blanko

Perhitungan :

$$\text{Kadar Protein} = \frac{(V1-V2) \times N \times 0{,}014 \times f.k \times fp}{W}$$

W : bobot cuplikan

V1 : volume HCL 0,01 N yang dipergunakan penitaran contoh

V2 : volume HCl yang dipergunkan penitaran blanko

N : normalitas HCl

fk : faktor konversi untuk protein 6,25

fp : faktor pengenceran

Pengukuran Kadar Serat KasarMetode Pencucian asam dan basa kuat

Prinsip : menentukan zat organik yang tidak larut dalam asam kuat dan basa kuat dan disertai dengan pemanasan.

Peralatan :

a. Neraca analitik

b. Pendingin
c. Corong Buchner
d. Pompa vakum

Pereaksi :

a. Asam sulfat H_2SO_4 1,25%
b. Natrium Hidroksida, NaOH 3,25%
c. Etanol 96%
d. Kertas saring Whatman 54, 541 atau 41

Langkah kerja SNI :

1. Timbang seksama 2 – 4 g cuplikan
   Bebaskan lemaknya dengan cara ekstraksi dengan cara SOXlet atau dengan cara mengaduk, mengenap tuangkan contoh dalam pelarut organik sebanyak 3 kali. Keringkan contoh dan masukkan ke dalam erlemeyer 500 ml.
2. Tambahkan 50 ml larutan H_2SO_4 1,25%, kemudian didihkan selama 30 menit dengan menggunakan pendingin tegak
3. Tambahkan 50 ml NaOH 3,25% dan didihkan lagi selama 30 menit
4. Dalam keadaan panas, saring dengan corong Buchner yang berisi kertas saring tak berabu Whatman 54, 41 atau 541 yang telah dikeringkan dan diketahui bobotnya.
5. Cuci endapan yang terdapat pada kertas saring berturut-turut dengan H_2SO_4 1,25% panas, air panas dan etanol 96%.
6. Angkat kertas saring beserta isinya, masukkan kedalam kotak timbang yang telah diketahui bobotnya, keringkan pada suhu 105 oC dinginkan dan timbang sampai bobot tetap.

7. bila ternyata kadar serat kasar lebih besar 1% abukan kertas saring beserta isinya, timbang sampai bobot tetap

Perhitungan :

a. Serat kasar < 1%,

$$\% \text{ Serat kasar} = \frac{w}{w1} \times 100\%$$

b. serat kasar > 1%

$$\% \text{ Serat kasar} = \frac{w - w1}{w2} \times 100\%$$

w : bobot cuplikan dalam gram

w1 : bobot abu dalam gram

w2 : bobot endapan pada kertas saring dalam gram

Langkah kerja 2 :

1. Timbang bahan sebanyak 0,5 – 2 gram (a) lalu masukkan kedalam erlenmeyer, kemudian tambahkan 50 ml $H_2SO_4$0,3 N dan di panaskan diatas hot plate selama 30 menit.
2. Tambahkan 25 ml NaOH 1,5 N kemudian panaskan kembali selama 30 menit.

   3. Panaskan kertas saring di dalam oven selama 1 jam pada suhu 110 ^oC
   Dan dinginkan dalam eksikator lalu ditimbang (X_1). Pasang kertas saring pada corong buchner yang dihubungkan dengan vacuum pump. Panaskan juga cawan porselen pada suhu 110 ^oC selama satu jam dan dinginkan didalam eksikator.
4. Larutan yang telah dipanaskan dituang ke dalam corong buchner. Lakukan pembilasan berturut-turut menggunakan 50 ml air panas, 50 ml H_2SO_4 0,3 N , 50 ml air panas dan 25 ml aceton.

5. Masukkan kertas saring dari corong buchner kedalam cawan, panaskan pada suhu 105 – 110 ^oC selama 0,5 – 1 jam, dinginkan dalam eksikator dan timbang (X_2).
6. Panaskan cawan dalam tanur listrik bersuhu 600 ^oC selama 2 jam hingga bahan di dalam cawan berwarna putih, didinginkan dan timbang (X_3).
7. Hitunglah kadar serat kasar bahan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Serat Kasar (\%)} = \frac{X_2 - X_3 - X_1}{a} \times 100\%$$

Langkah Kerja 3 :

1. Timbang bahan sebanyak 2 – 5 gram
2. Masukkan kedalam erlenmeyer 600 ml, tambahkan larutan H_2SO_4 0,255 N sebanyak 200 ml dan batu didih, panaskan selama 30 menit dengan dilakukan penggoyangan sesekali.
3. Saring suspensi dengan kertas saring dan residu yang tertinggal dalam erlenmeyer dicuci dengan aquades mendidih, cucilah residu dalam kertas saring sampai air cucian tidak bersifat asam lagi (uji dengan kertas lakmus, sampai berwarna biru tidak berubah).
4. Pindahkan secara kuantitatif resudu dari kertas saring kedalam erlenmeyer kembali dengan spatula, dan sisanya dicuci dengan larutan NaOH 0,313 N sebanyak 200 ml sampai semua residu masuk kedalam erlenmeyer. Didihkan dengan pendingin balik sambil kadang kala digoyang-goyangkan selama 30 menit.
5. Saring menggunakan kertas saring yang telah diketahui beratnya, sambil dicuci dengan larutan K_2SO_4 10%, cuci lagi residu dengan

aquades mendidih dan kemudian dengan lebih kurang 15 ml alkohol 95%.

6. Keringkan kertas saring dan isinya pada oven dengan suhu 110^{O}C sampai berat konstan selama 1 – 2 jam, dinginkan dalam eksikator dan timbang
7. Hitunglah kadar serat kasar dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{KadarSK (\%)} = \frac{\text{(Berat kertas saring +serat)} - \text{Berat kertas saring)}}{\text{Berat Sampel}} \times 100\%$$

Teknik Identifikasi Pakan Alami

Pakan alami yang akan diberikan pada ikan budidaya sebelum dilakukan budidaya secara massal, harus dilakukan identifikasi untuk memperoleh jenis plankton yang murni atau monospesies. Dialam jenis pakan alami sangat banyak sekali. Oleh karena itu siswa SMK Perikanan harus dapat mengidentifikasi jenis-jenis pakan alami yang terdapat dialam yang sangat membantu dalam upaya melakukan kultur murni pakan alami.Pengetahuan yang harus dipahami untuk melakukan identifikasi pakan alami adalah memahami macam-macam peralatan yang dibutuhkan dan bagaimana cara menggoperasikan peralatan tersebut.

Beberapa peralatan minimal yang dibutuhkan untuk melakukan identifikasi pakan alami antara lain adalah:

a. Plankton net
b. Mikroskop
c. Haemocytometer
d. Autoclave
e. Gelas ukur
f. Gelas piala

g. Tabung reaksi dan rak tabung reaksi
h. Pipet
i. Buku identifikasi (phytoplankton, zooplankton dan benthos)

Pada sekolah SMK Perikanan dan Kelautan sebaiknya mempunyai laboratorium terpadu yang dapat dipergunakan untuk berbagai macam praktek yang salah satu fungsinya mempunyai peralatan untuk melakukan identifikasi jenis-jenis pakan alami. Jenis peralatan yang harus disediakan pada saat akan melakukan identifikasi jenis-jenis pakan alami dan fungsinya dapat dilihat pada Tabel 3.

Peralatan untuk mengidentifikasi pakan alami ini harus terdapat pada laboratorium basah atau laboratorium terpadu. Tanpa ada peralatan minimal ini maka siswa SMK Perikanan dan Kelautan tidak akan dapat melakukan identifikasi berbagai macam jenis pakan alami. Kegiatan belajar mengajar dalam kurikulum 2013 ini harus dilakukan dengan pendekatan saintifik yang menggunakan proses 5M (mengamati, menanya, mencoba, menalar dan mengkomunikasikan).

Tabel 3. Alat dan bahan identifikasi pakan alami dan fungsinya

No.	Alat dan bahan	Fungsi
1.	Mikroskop	Alat untuk melihat objek yang terlalu kecil untuk dilihat dengan mata telanjang.
2.	Pipet Tetes	Alat yang digunakan untuk mengambil sampel plankton yang terdapat dalam gelas beker,dan kemudian diteteskan keatas kaca preparat.

3.	Botol Sampel	Untuk menampung sampel Phyto-plankton
4.	Sedgewick rafter	Sebagai media tempat plankton diletakkan
5.	Buku Identifikasi	Media untuk menentukan dari jenis plankton yang sudah ditemukan dengan mikroskop.
6.	Alat Tulis	alat yang digunakan untuk menunjang lancarnya dan rapinya dari pembuatan laporan sementara dari praktikum planktonologi.
7.	Tissue	untuk mengeringkan atau membersih-kan kaca preparat yang sudah dicuci dengan aquades
8.	Formalin 4 %	Sebagai cairan untuk mengawetkan sampel plankton
9.	Lugol	Sebagai cairan untuk mengawetkan sampel plankton
10.	Sampel Phytoplankton	Bahan utama dari praktikum yang diambil dan kemudian diidentifikasi
11.	Aquades	Larutan yang digunakan untuk mencuci dari kaca preparat yang sudah digunakan untuk mengidentifikasi plankton

Plankton net

Plankton net merupakan alat yang digunakan untuk mengambil sampel plankton yang berasal dari perairan (Gambar 15). Sampel plankton akan

terkumpul dalam botol sampel. Berdasarkan ukurannya, plankton dapat dibedakan sebagai berikut :

1. Macroplankton (masih dapat dilihat dengan mata telanjang/ biasa/tanpa pertolongan mikroskop).
2. Netplankton atau mesoplankton (yang masih dapat disaring oleh plankton net yang mata netnya 0,03 - 0,04 mm).
3. Nannoplankton atau microplankton (dapat lolos dengan plankton net diatas).

Berdasarkan tempat hidupnya dan daerah penyebarannya, plankton dapat merupakan :

a. Limnoplankton (plankton air tawar/danau)
b. Haliplankton (hidup dalam air asin)
c. Hypalmyroplankton (khusus hidup di air payau)
d. Heleoplankton (khusus hidup dalam kolam-kolam)
e. Petamoplankton atau rheoplankton (hidup dalam air mengalir, sungai)



Gambar 15. Plankton net

Konstruksi plankton net

1. *Cincin:* terletak di atas dan berfungsi sebagai pengikat tali dan sebagai penarik plankton net. Cincin biasanya terbuat dari besi. Diameter

cincin berbeda – beda tergantug dari merk dan jenis plankton net, namun pada umumnya diameter cincin ini yaitu 15 – 25cm.

2. *Tali:* berfungsi untuk menghubungkan jaring dengan cincin. Panjang tali bervariasi tergantung jenis plankton net dan jenis plankton yang akan diambil, namun biasanya tali yang digunakan berukuran 25 – 50cm
3. *Kawat:* digunakan untuk membentuk net atau mulut jaring sesuai keinginan dan kebutuhan kita. Diameter kawat biasanya 31cm untuk Phytoplankton dan 45cm untuk zooplankton.
4. *Jaring:* digunakan biasanya dari bahan nilon. Mesh size dari jaring ini biasanya 30 – 50 µm untuk Phytoplankton dan 150-175 µm untuk zooplankton, panjang jaring sekitar 4-5 kali diameter mulut jaring.
5. *Botol/ bucket:* berfungsi untuk menyimpan sampel air yang telah disaring oleh plankton net.

Mikroskop

Mikroskop sangat dibutuhkan untuk melihat berbagai macam plankton yang berukuran kecil. Penggunaan mikroskop sangat membantu kita melihat plankton dengan melakukan pembesaran sesuai dengan kebutuhan. Cara mengoperasikan mikroskop merupakan keterampilan dasar yang harus dilakukan oleh siswa SMK sebelum mengidentifikasikan plankton. Mikroskop adalah alat yang digunakan untuk melihat benda-benda mikroskopik/renik yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang. Sebelum praktikum menggunakan mikroskop, siswa harus paham bagian-bagian dan fungsi mikroskop. Ada bermacam-macam jenis dan bentuk mikroskop antara lain adalah mikroskop cahaya, mikroskop elektron. Mikroskop cahaya adalah mikroskop paling sederhana yang dapat digunakan untuk memperbesar obyek hingga puluhan kali. Mikroskop

elektron adalah mikroskop yang menghasilkan gambar lebih jelas karena mikroskop ini mempunyai resolusi tinggi hingga ribuan kali.



Gambar 16. Mikroskop elektron

Bagian-bagian mikroskop dan fungsinya

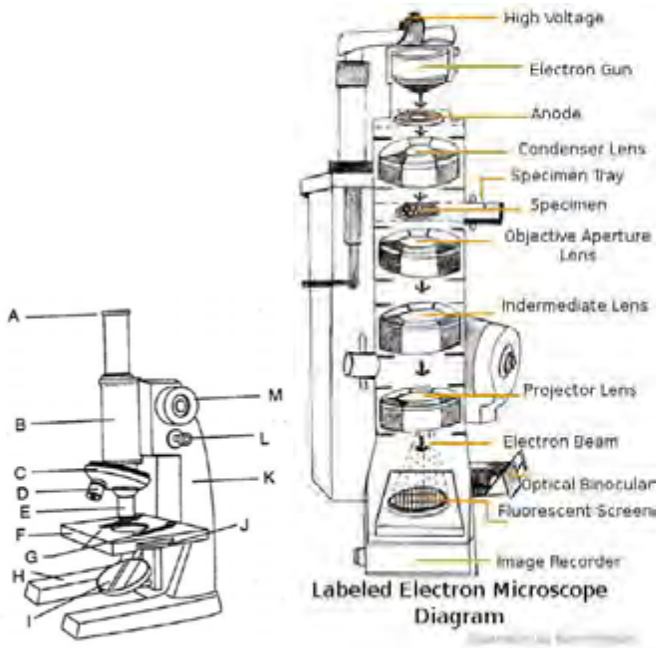
Mikroskop cahaya modern yang biasa digunakan di sekolah memiliki bagian utama berupa **lensa objektif** yang letaknya dekat dengan obyek yang akan diamati. Lensa obyektif melekat pada bagian yang disebut revolver. Revolver ini dapat diputar, dan berguna sebagai alat pemindah lensa. Jenis lensa yang lain adalah **lensa okuler** terletak dekat dengan mata pada saat mikroskop digunakan. Lensa obyektif ada beberapa buah, dan memiliki pembesaran masing-masing 5X, 10X, 45X, dan 100X. Sedangkan lensa okuler hanya 1 buah atau 2 buah, dan mempunyai pembesaran 5X, 10X, atau 15X. Kedua lensa pada mikroskop dihubungkan oleh suatu bagian berbentuk tabung. Mikroskop yang memiliki sebuah lensa okuler, disebut **mikroskop monokuler**.

Mikroskop yang memiliki dua lensa okuler, dinamakan **mikroskop binokuler**. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 16, 17 dan 18. Untuk mengatur jarak objek dengan lensa sehingga diperoleh bayangan yang jelas, lensa objektif dapat dinaikkan menjauhi objek ataupun diturunkan mendekati objek. Untuk menggerakkan lensa objektif ini digunakan bagian mikroskop yang disebut pemutar. Ada dua macam pemutar yaitu pemutar halus dan pemutar kasar. Pemutar halus digunakan untuk menggerakkan lensa objektif secara pelan, sedangkan pemutar kasar digunakan untuk menggerakkan lensa objektif secara cepat.



(a) (b) (c)

Gambar 17. Berbagai macam mikroskop : (a) Mikroskop binokuler, (b) monokuler, dan (c) mikroskop elektron



(a) (b)

Gambar 18. Bagian-bagian mikroskop cahaya (a) dan mikroskop elektron (b)

Keterangan Gambar:

A. Lensa okuler	:	lensa yang dilihat/diintip
B. Tabung mikroskop	:	bagian yang menghubungkan lensa okuler dengan lensa obyektif
C. Revolver	:	pemutar yang digunakan untuk mengubah perbesaran lensa obyektif
D. Lensa objektif perbesaran lemah		
E. Lensa objektif perbesaran kuat		
F. Meja mikroskop	:	tempat meletakkan specimen / preparat yang diamati
G. Klip	:	penjepit object glass
H. Kaki mikroskop		
I. Cermin	:	memantulkan cahaya pada lensa obyektif agar pengamatan preparat lebih jelas

J. Diafragma : bagian yang digunakan untuk mengatur intensitas cahaya yang masuk ke lensa obyektif

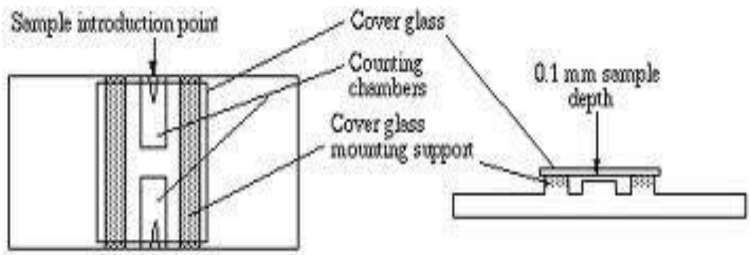
K. Lengan mikroskop atau pegangan

L. Pemutar halus : bagian yang digunakan untuk menggerakkan (menjauhkan/mendekatkan) lensa obyektif terhadap preparat secara pelan/halus

M. Pemutar kasar : bagian yang digunakan untuk menggerakkan (menjauhkan/mendekatkan) lensa obyektif terhadap preparat secara cepat

Haemocytometer

Haemocytometer adalah alat yang dipergunakan untuk menghitung sel-sel darah merah dan alat ini juga dapat dipergunakan untuk menghitung kepadatan populasi pakan alami dari kelompok mikroalga. Alat ini terbuat dari kaca tebal berbentuk empat persegipanjang dan pada bagian tengahnya terdapat celah yang membentang seperti huruf "H" (Gambar 19).



Gambar 19. Haemocytometer

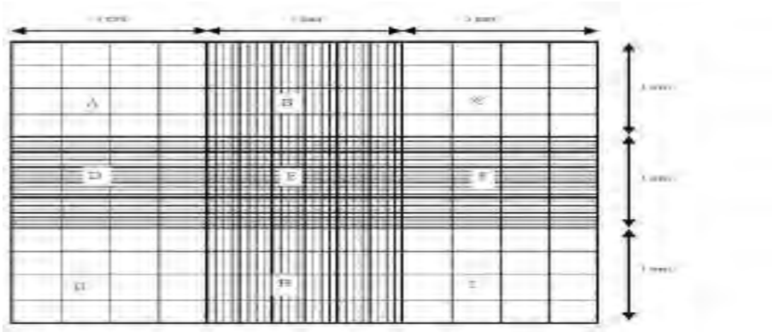
Haemacytometer terdiri dari beberapa blok dengan sisi :

Panjang = 1 mm

Lebar = 1 mm

Tinggi = 0.1 mm

Volume yang tertampung setiap blok (1 mm^2) dengan atas ditutup cover glass 0.1mm x 1mm x 1mm = 0.1 mm^3 = 10^{-4} ml



Gambar 20. Blok pada Haemocytometer

Volume air di Blok, misal B = 1 x 1 x 0.1 mm

= 0.1 mm^3

= 1 / 10 = $1 \times 10^{-1} \text{ mm}^3$

Dalam 1 ml = $1 \times 1 \times 1 \text{ cm}^3$

= $10 \times 10 \times 10 \text{ mm}^3$ = 1000 mm^3

Air dalam $1 \times 10^{-1} \text{ mm}^3$ ditemukan N cell dalam 10^3 didapat = $N \times 10^4$ cell / ml

Untuk ukuran sel yang kecil dan padat perhitungan dapat dilakukan di blok E (= 25 kotak kecil)= 5 kotak terdiri dari 1,2,3,4 dan middle

= Y cell dan dirata-rata

Volume air di kotak 1,2,3,4 = $0.2 \times 0.2 \times 0.1 \text{ mm}^3$ = 0.001 mm^3

1 kotak = $4 \times 10^{-3} \text{ mm}^3$

1 ml = 10^3 mm^3

Dalam air 4×10^{-3} ditemukan = Y / 5 cell

Air 1 ml = $(Y / 4 \times 10^{-3} \times 5) \times 10^3$ = $Y \times 5 \times 10^4$ sel / ml

Teknik Pengambilan sampel plankton

Pengambilan sampel plankton yang akan diidentifikasi menentukan jenis plankton yang terdapat pada perairan. Siswa SMK harus dapat mengambil sampel plankton yang akan digunakan untuk mengidentifikasi jenis plankton, dan mengambil sampel plankton yang akan dilakukan untuk mengetahui kelimpahan plankton diperairan serta bagaimana cara mengambil sampel plankton yang akan dilakukan budidaya plankton secara kultur murni. Selain itu dapat juga dilakukan untuk mengukur kepadatan populasi plankton pada suatu perairan. Menurut Mustafa (2000) sampel adalah sebagian dari populasi. Artinya tidak akan ada sampel jika tidak ada populasi. Populasi adalah keseluruhan elemen atau unsur yang akan diteliti. Agar hasil penelitian yang dilakukan terhadap sampel masih tetap bisa dipercaya dalam artian masih bisa mewakili karakteristik populasi, maka cara penarikan sampelnya harus dilakukan secara seksama. Cara pemilihan sampel dikenal dengan nama *teknik sampling* atau teknik pengambilan sampel.

Secara umum, sampel yang baik adalah yang dapat mewakili sebanyak mungkin karakteristik populasi. Dalam bahasa pengukuran, artinya sampel harus valid, yaitu bisa mengukur sesuatu yang seharusnya diukur. Sampel yang valid ditentukan oleh dua pertimbangan yaitu akurasi dan presisi. Akurasi atau ketepatan merupakan tingkat ketidakadaan "bias" (kekeliruan) dalam sampel. Dengan kata lain, semakin sedikit tingkat kekeliruan yang ada dalam sampel, maka semakin akurat sampel tersebut. Sedangkan presisi mengacu pada persoalan sedekat mana estimasi peneliti dengan karakteristik populasi.

Dalam mempelajari plankton, tidak akan terlepas dari sampling plankton di lapangan. Teknik atau pencuplikan plankton dari perairan yang paling

mudah umumnya dapat dilakukan dengan menyaring sejumlah massa air dengan jaring halus. Sampel plankton yang akan digunakan untuk mengetahui populasi plankton diperairan berbeda cara pengambilannya dengan sampel plankton yang akan dilakukan untuk identifikasi dan budidaya kultur murni. Oleh karena itu pengambilan sampel plankton dapat dibedakan menjadi dua yaitu:

a. Metode sampling plankton secara Kualitatif, yaitu metode sampling plankton yang bertujuan untuk mengetahui jenis–jenis plankton
b. Metode sampling plankton secara Kuantitatif, yaitu metode sampling plankton untuk mengetahui kelimpahan plankton yang berkaitan dengan distribusi waktu dan tempat.

Sampling Plankton Secara Kualitatif

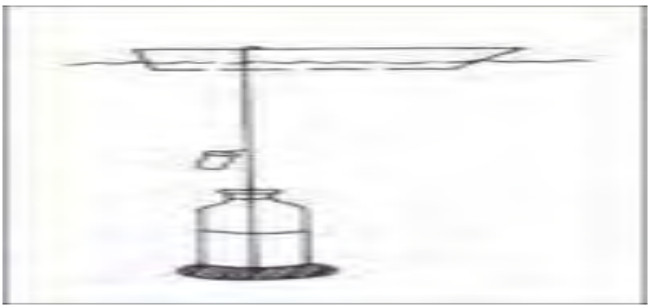
Pencuplikan plankton secara kualitatif di perairan dapat dilakukan dengan menarik jala plankton baik secara horizontal maupun vertikal. Pada perairan yang banyak terdapat tumbuhan air pencuplikan plankton dapat dilakukan dengan jala plankton bertangkai. Disamping jala plankton, ikan planktivor sering merupakan pengumpul plankton yang sangat baik. Ikan tersebut dapat mengumpulkan berbagai jenis plankton yang kadang-kadang tidak tertangkap jala. Untuk menghindari agar plankton yang dimakan tidak dicerna lebih lanjut, ikan yang diperoleh harus segera dibunuh.

Sampling Plankton Secara Kuantitatif

Pada umumnya pengumpulan plankton secara kuantitatif dapat dilakukan dengan botol, jaring, atau pompa. Cara sampling seperti ini umumnya dilakukan untuk mengetahui kepadatan plankton per satuan volume dengan pasti.

Peralatan yang dipergunakan untuk melakukan sampling plankton antara lain adalah botol Nansen atau Kemmerer, Van Dorn dan botol biasa. Botol gelas bermulut lebar dan bertutup gelas dipasang pada tali dan diturunkan sampai kedalaman yang ditentukan dan air dibiarkan masuk ke dalamnya. Untuk mengumpulkan plankton secara vertikal pada kedalaman tertentu dapat digunanakan botol Kemmerer atau Nensen. Botol dikaitkan dengan tali dan diturunkan sampai kedalaman yang diinginkan. Pemberat (mesenger) kemudian diturunkan sehingga melepaskan kait tutup yang terbuat dari karet. Air yang tertampung dalam botol kemudian disaring dengan jala plankton (Wardhana. 1997). Cara pengumpulan plankton seperti ini memiliki kekurangan karena plankton motil dapat menghindar masuk ke dalam botol. Sedangkan kelebihan alat ini antara lain ialah volume air dan kedalaman pengambilan sampel dapat diketahui dengan tepat.

a. Sampling menggunakan tabung/botol air (*Water bottle*).



Gambar 21. Pengambilan sampel dengan botol

Pengambilan sampel plankton menggunakan tabung atau botol gelap ini dapat dilakukan pada saat sampling dengan mengambil air tawar/air laut pada kedalaman tertentu, menggunakan botol 100 ml. Sampling pada perairan di wilayah pantai dimana kelimpahan plankton tinggi. Sampling

untuk plankton berukuran kecil (fito atau nannoplankton). Sampling mendapatkan air sampel 1 – 50 liter.

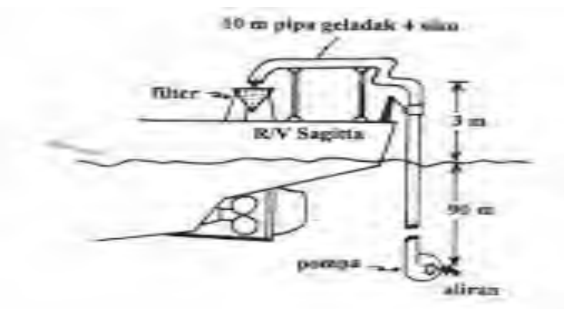
b. Sampling menggunakan Van Dorn/ Nansen Bottle Sampler



Gambar 22. Nansen Bottle Sampler

Tabung Van Dorn atau Nansen Bottle Sampler terbuka diturunkan pada kedalaman tertentu. Tabung Van Dorn atau Nansen Bottle Sampler akan tertutup dengan meluncurkan ring atau besi pemberat sehingga bagian atas dan bawah akan tertutup.

c. Sampling menggunakan Pompa Hisap

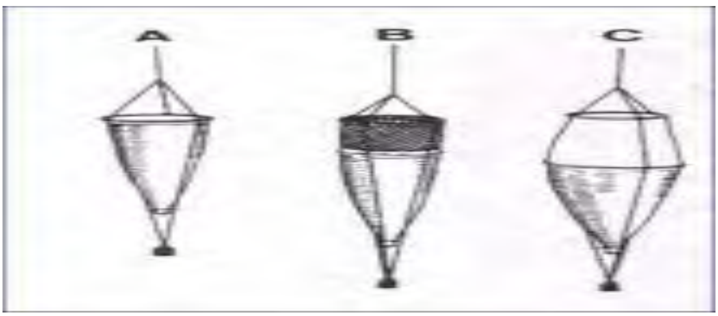


Gambar 23. Pengambilan sampel dengan pompa hisap

Sampling dengan memompa air laut dari kedalaman tertentu sesuai dengan keinginan penguji. Ujung pompa hisap diturunkan sampai dengan kedalaman tujuan. Air sampel ditampung dan disaring. Keuntungannya volume dan kedalaman dapat ditentukan. Kekurangannya volume air dibatasi oleh diameter pipa penghisap. Tidak semua plankton dapat terhisap sesuai tujuan. Pompa yang cocok untuk mengambil fitoplankton umumnya yang menggunakan gerakan memutar. Air dari kedalaman tertentu dipompa melalui pipa yang telah diberi tanda. Pada ujung pipa perlu diberi pemberat agar tetap tegak lurus. Corong dipasangkan pada saluran masuk pipa untuk mencegah plankton motil menghindar. Garis tengah pipa perlu diseuaikan dengan daya hisap pompa. Air keluaran dari pompa disaring dengan jala plankton yang dibiarkan sebagian terendam dalam air untuk mencegah rusaknya plankton (Wardhana. 1997).

Kelebihan pengambilan dengan pompa adalah sama seperti pengambilan dengan botol yaitu volume air dan kedalaman pengambilan sampel dapat diketahui dengan tepat. Sedangkan kekurangannya adalah terbatasnya kedalaman yang dapat diambil karena kemampuan daya hisap pompa dan kemungkinan rusaknya plankton ketika melalui pompa.

d. Sampling menggunakan Plankton Net



Gambar 24. Berbagai macam jenis plankton net

Plankton Net untuk phytoplankton berukuran diameter 31 cm dengan mata jaring berukuran 30 – 60 mikron meter meter.Plankton Net untuk zooplankton berukuran diameter 45 cm dengan mata jaring berukuran 150 – 500 mikron meter meter. Plankton net atau disebut juga jaring plankton mula-mula diperkenalkan oleh Yohannes Miller (1846) yang dikenal dengan nama "jaring plankton tarik". Banyak alat yang telah diciptakan untuk mengkoleksi plankton, tetapi yang banyak digunakan adalah alat berbentuk jaring. Penggunaan jaring ini selain sangat praktis juga sampel yang diperoleh cukup banyak. Jaring plankton umumnya berbentuk kerucut dengan berbagai ukuran tetapi biasanya panjang jaring sekitar 4-5 kali garis tengah mulutnya. Bahan jaring dibuat dari kain yang digunakan untuk menyaring berbagai ukuran butir (*bolting silk cloth*) atau nilon. *Bolting silk* terbuat dari benang sutera halus yang mata jaringnya dirancang untuk tidak mudah berubah.

Jaring berfungsi untuk menyaring air serta plankton yang berada di dalamnya. Oleh karena plankton yang tertangkap sangat tergantung pada ukuran mata jaring maka ukuran mata jaring yang digunakan harus disesuaikan dengan jenis atau ukuran plankton yang akan diamati. Untuk perairan dangkal di daerah tropis, Wickstead (1965) menganjurkan untuk menggunakan mata jaring dengan ukuran 30-50 μm untuk fitoplankton dan zooplankton kecil. Apabila digunakan mata jaring kecil maka jaring harus ditarik lebih lambat agar air tersaring dapat keluar dengan lancar (Arinardi *et al*. 1997).Di bagian akhir ujung jaring terdapat alat untuk menampung plankton yang terkumpul. Alat penampung ini biasanya berbentuk tabung yang mudah dilepas dari jaring. Pada prinsipnya, tabung penampung harus memenuhi dua syarat yaitu, pertama dapat dengan cepat dan mudah dioperasikan di laut dan kedua tidak menampung air terlalu banyak. Tabung penampung plankton yang

diciptakan oleh Z. Nakai (Jepang) cukup baik untuk sampel berukuran sedang.

Dalam keadaan tertentu, ada pula peneliti yang mengambil plankton dengan cara menciduk dengan ember atau gayung. Pengambilan sampel plankton dengan cara ini tidak dianjurkan karena terlampau bias. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Arinardi *et al* (1997) bahwa plankton tidak tersebar merata baik secara horizontal maupun vertikal dan plankton juga dapat melakukan migrasi harian. Dalam penelitian plankton untuk analisis kuantitatif (kelimpahan), diperlukan data tentang volume air yang tersaring melalui jaring sehingga plankton dapat dinyatakan dalam sel atau ekor per m^3 air tersaring. Untuk keperluan ini digunakan alat pencatat masuknya air ke dalam jaring yang dikenal sebagai *flowmeter* (Asriyana *et al*. 2012).

Metode pengambilan sampel plankton diperairan dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode antara lain adalah:

a. Pengambilan sampel air dengan sampling secara Horizontal



Gambar 25. Pengambilan sampel horizontal

Metoda pengambilan plankton secara horizontal ini dimaksudkan untuk mengetahui sebaran plankton horizontal. Plankton net pada suatu titik di laut, ditarik kapal menuju ke titik lain.Jumlah air tersaring diperoleh dari angka pada flowmeter atau dengan

mengalikan jarak diantara dua titik tersebut dengan diameter plankton net.

b. Pengambilan sampel air dengan sampling secara vertikal Pengambilan sampel air secara vertikal dilakukan dengan cara meletakkan plankton net sampai ke dasar perairan, kemudian menariknya keatas. Kedalaman perairan sama dengan panjang tali yang terendam dalam air sebelum digunakan untuk menarik plankton net ke atas. Volume air tersaring adalah kedalaman air dikalikan dengan diameter mulut plankton net.

Sampel plankton yang telah diperoleh selanjutnya dilakukan pengawetan. Pengawetan sampel plankton dilakukan dengan cara menyimpan sampel plankton pada botol gelap yang telah mempunyai label, didalam botol tersebut ditambahkan bahan pengawet yaitu formalin 4%. Sampel Plankton yang diperoleh harus dilengkapi data tentang:

1) Lokasi pengambilan sampel / stasiun
2) Tanggal dan jam
3) Kedalaman
4) Cuaca
5) Kecepatan arus
6) Beberapa parameter fisika dan kimia perairan lain

Pengamatan dan Penghitungan Jumlah Plankton

a. Pengamatan dengan Sedgwick Rafter
   1) Pengamatan dilakukan dengan menggunakan mikroskop, dengan pembesaran 40X atau 100X

2) Penghitungan dilakukan dengan menggunakan Sedgwik Rafter dengan cara mengambil 1 ml air sampel dari botol 100 ml, kemudian ditutup dengan gelas penutup
3) Penghitungan dilakukan dengan menghitung jumlah plankton yang terdapat dalam Sedgwick Rafter.
4) Apabila sampel terlalu padat, dilakukan pengenceran dengan air destilasi.

Catatan :

a) Apabila sampel langsung diambil dari kolam, tanpa net plankton maka perhitungan pada Sedgwick Rafter langsung jumlah unit / ml.
b) Disarankan untuk analisa dahulu sebelum diberi formalin, untuk mengetahui keberadaan dinoflagellata.

Contoh perhitungan phytoplankton dengan Sedgwick Rafter

- Misal air tersaring dengan net plankton sebanyak 5 liter
- Didapat 100 ml dalam botol penampung
- Dalam pengamatan diambil 1 ml sampel dengan menggunakan pipet pasteur
- Identifikasi dan hitung jumlah plankton yang terdapat pada semua ruang/ kotak dalam sedgewick rafter.

Misalkan didapat = 60 unit (sel,koloni atau filament)

Total 100 ml = $\frac{60 \times 100}{1}$ unit

Sehingga dalam 5000 ml (5 liter air kolam) = 60 x 100 cells

dalam 1000 ml (1 liter) = $\frac{60 \times 100 \times 1000}{5000}$ = 120 unit / L



Gambar 26. Penampang Sedwick Rafter

Sedgwick rafter terdiri dari :

Panjang : 50 kotak (50 mm)

Lebar : 20 kotak (20 mm)

Tinggi : 1 mm

Volume air yang tertampung dengan atas ditutup slide glass = 1 ml

Contoh perhitungan zooplankton dengan sedwick rafter

Diketahui :

1. Volume penampung net (V1) = 40 ml
2. Kedalaman air = 100 m
3. Jari-jari net plankton = 4.35 cm
4. Volume sedgwick rafter = 1 ml
5. Jumlah zooplankton dalam S-R (N1) = misal 30 ekor

Maka jumlah zooplankton dalam liter air (N2) adalah……….?

Maka :

Jumlah volume air tersaring (V2) = Luas alas x Tinggi

= η r^2 x 100

= 3,14x 4.35 cmx 4,35 cm x100cm

= 5942 cm^3

= 5942 ml

$$N2 = \frac{V1 \times N1}{V2} = \frac{40 \text{ ml} \times 30 \text{ ekor /ml}}{5492 \text{ ml}} = 0.2184 \text{ ekor/ml} = 2184 \text{ ekor/liter}$$

b. Pengamatan dengan Haemacytometer

Untuk pengamatan dengan sel yang ukurannya lebih dari 8 micron dan tidak terlalu padat untuk dihitung, penghitungan dapat dilakukan langsung pada blok A,B,C,D dan hasilnya dibagi 4(empat) = N cell / ml



Gambar 27. Penampang Haemacytometer

3. Refleksi

Jenis-jenis pakan alami dialam banyak sekali yang dimanfaatkan oleh ikan sebagai makanan. Tidak semua pakan alami yang terdapat dialam sudah dibudidayakan secara massal, hanya beberapa jenis pakan alami yang sudah dibudidayakan dan dipergunakan untuk memberikan pakan pada budidaya ikan air tawar, payau, laut dan ikan hias. Jenis-jenis pakan alami itu dikelompokkanmenjadi tiga yaitu phytoplankton, zooplankton dan benthos. Phytoplankton adalah organisme air yang melayang-layang mengikuti pergerakan air dan berupa jasad nabati. Dalam siklus hidupnya phytoplankton melakukan proses fotosintesa dan berukuran kecil yaitu

terdiri dari satu sel atau beberapa sel. Bentuk phytoplankton antara lain : oval, bulat dan seperti benang. Zooplankton yaitu organisma air yang melayang-layang mengikuti pergerakan air dan berupa jasad hewani.Benthos adalah organisma air yang hidupnya di dasar perairan. Pakan alami alternatif yang dapat menggantikan tepung ikan adalah Maggot yang mempunyai kandungan nutrisi lebih dari 40%. Dengan memahami kandungan nutrisi pada pakan alami dan manfaat dari pemberian pakan alami pada saat larva atau benih ikan, dimana larva tersebut belum berkembang organ pencernaannya sehingga pakan yang utama diberikan adalah pakan alami. Oleh karena itu siswa SMK dengan paket keahlian Budidaya Ikan wajib menerapkan kandungan nutrisi pakan alami dengan melakukan identifikasi pada berbagai macam jenis pakan alami dan mengetahui kandungan nutrisinya.

4. Tugas

a. Buatlah paper tentang jenis-jenis pakan alami phytoplanton. zooplanton, benthos yang ada di perairan sekitar sekolah secara berkelompok .
b. Buatlah paper tentang manfaat pakan alami dikaitkan dengan kandungan nutrisi pakan alami bagi larva dan benih ikan yang dibudidayakan secara individu.
c. Buatlah paper tentang teknik identifikasi jenis-jenis pakan alami phytoplanton, zooplanton, dan benthos yang ada di sekitar sekolah atau diwilayahnya yang sudah dapat dibudidayakan secara massal secara berkelompok.

5. Tes Formatif

Pilihlah salah satu jawaban yang Anda anggap paling benar dari pertanyaan dibawah ini:

1. Penyediaan pakan alami yang dibutuhkan oleh ikan dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu :
   A. Phytoplankton dan Zooplankton
   B. Selektif dan Nonselektif
   C. Benthos dan Phytoplankton
   D. Zooplankton dan Benthos

2. Jenis pakan alami yang sudah dibudidayakan secara massal dari kelas mikroalgae adalah:
   A. *Brachionus sp*
   B. *Artemia Salina*
   C. *Tetraselmis chuii*
   D. *Moina sp*

3. Jenis pakan alami yang sudah dibudidayakan secara massal dari kelas Rotifera adalah:
   A. *Brachionus sp*
   B. *Artemia Salina*
   C. *Tetraselmis chuii*
   D. *Moina sp*

4. Jenis pakan alami yang sudah dibudidayakan secara massal dari kelas Brachiopoda adalah:
   A. *Brachionus sp*
   B. *Artemia Salina*
   C. *Tetraselmis chuii*
   D. *Moina sp*

5. Jenis pakan alami yang sudah dibudidayakan secara massal dari kelas Cladocera adalah:
   A. *Brachionus sp*
   B. *Artemia Salina*
   C. *Tetraselmis chuii*
   D. *Moina sp*

6. Penggolongan alga berdasarkan pigmen yang dikandungnya ada yang berwarna biru, Alga yang berwarna biru tersebut termasuk dalam kelompok alga ....
   A. Cyanophyta
   B. Chloropyta
   C. Chrysophyta
   D. Rhodophyta

7. Penggolongan alga berdasarkan pigmen yang dikandungnya ada yang berwarna hijau, Alga yang berwarna hijau tersebut termasuk dalam kelompok alga ....
   A. Cyanophyta
   B. Chloropyta
   C. Chrysophyta
   D. Rhodophyta

8. Penggolongan alga berdasarkan pigmen yang dikandungnya ada yang berwarna kuning, Alga yang berwarna kuning tersebut termasuk dalam kelompok alga ....
   A. Cyanophyta
   B. Chloropyta
   C. Chrysophyta
   D. Rhodophyta

9. Penggolongan alga berdasarkan pigmen yang dikandungnya ada yang berwarna merah, Alga yang berwarna merah tersebut termasuk dalam kelompok alga ....
   A. Cyanophyta
   B. Chloropyta
   C. Chrysophyta
   D. Rhodophyta

10. Jenis phytoplankton dari kelas Chlorophyceae yang sudah dibudidayakan secara massal adalah:
    A. *Skeletonema costatum*
    B. *Spirulina*
    C. *Chaetocheros*
    D. *Tetraselmis chuii*

11. Jenis phytoplankton dari kelas Bacillariophyceae yang sudah dibudidayakan secara massal adalah:
    A. *Cholerella*
    B. *Spirulina*
    C. *Skeletonema costatum*
    D. *Scenedesmus*

12. Jenis phytoplankton dari kelas Cyanophyceae yang sudah dibudidayakan secara massal adalah:
    A. *Cholerella*
    B. *Spirulina*
    C. *Skeletonema costatum*
    D. *Scenedesmus*

13. Alga yang mempunyai ciri-ciri berwarna coklat, berbentuk cawan petri dan bersel satu adalah:
    A. *Chlorella*
    B. *Chaetoceros*
    C. *Spirulina*
    D. *Tetraselmis chuii*

14. Alga yang mempunyai Chloropil dan bersel tunggal dan tidak bergerak adalah:
    A. *Chlorella*
    B. *Chaetoceros*
    C. *Spirulina*
    D. *Tetraselmis chuii*

15. Alga yang berbentuk benang yang melingkar seperti spiral adalah:
    A. *Chlorella*
    B. *Chaetoceros*
    C. *Spirulina*
    D. *Tetraselmis chuii*
16. Jenis zooplankton yang tubuhnya berbentuk seperti piala, terlihat koronanya dan terdapat bulu getar yang aktif serta sudah dibudidayakan secara massal adalah:
    A. *Brachionus sp*
    B. *Moina sp*
    C. *Daphnia sp*
    D. *Artemia salina*

17. Jenis zooplankton yang membutuhkan salinitas yang sangat tinggi lebih dari 120 permil pada saat mengalami fase dorman adalah:
    A. *Brachionus sp*

B. *Moina sp*
C. *Daphnia sp*
D. *Artemia salina*

18. Jenis zooplankton yang mengandung haemoglobin dan bergerak aktif serta dapat dikultur secara massal adalah:
    A. *Brachionus sp*
    B. *Moina sp*
    C. *Daphnia sp*
    D. *Artemia salina*

19. Kandungan nutrisi pada pakan alami sangat menentukan keberhasilan dalam usaha pembenihan ikan, pakan alami Artemia sering digunakan sebagai pakan awal pada usaha pembenihan karena memiliki kadar protein tinggi yaitu:
    A. 30%-40%
    B. 40%-50%
    C. 50%-60%
    D. 60%-70%

20. Kadar protein dari pakan alami *Brachionus* sp adalah:
    A. 30%-40%
    B. 40%-50%
    C. 50%-60%
    D. 60%-70%

21. Alat yang dipergunakan untuk mengidentifikasi jenis-jenis pakan alami antara lain adalah:
    A. Plankton net, mikroskop, tabung reaksi
    B. Plankton net, tabung reaksi, bunsen

C. Mikroskop, haemocytometer, pipet
D. Gelas ukur, pipet, bunsen

22. Peralatan yang berfungsi untuk menghitung kepadatan populasi pakan alami dengan menggunakan alat bantu untuk diamati dibawah mikroskop adalah:
    A. Plankton net
    B. Haemocytometer
    C. Mikroskop
    D. Sedgewick Rafter

23. Peralatan yang dibutuhkan untuk meletakkan sampel plankton agar dapat diamati dibawah mikroskop dalam keadaan hidup adalah:
    A. Plankton net
    B. Haemocytometer
    C. Mikroskop
    D. Sedgewick Rafter

24. Ukuran plankton yang masih dapat disaring oleh plankton net yang mempunyai size 0,03 mm-0,04 mm adalah:
    A. Macroplankton
    B. Mesoplankton
    C. Nannoplankton
    D. Microplankton

25. Pada mikroskop terdapat berbagai macam lensa, lensa yang letaknya dekat mata pada saat melakukan identifikasi plankton adalah:
    A. Monokuler
    B. Binokuler
    C. Okuler
    D. Obyektif

26. Metode sampling plankton yang bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis plankton adalah:
    A. Kuantitatif
    B. Kualitatif
    C. Vertikal
    D. Horizontal

27. Metode sampling plankton yang bertujuan untuk mengetahui kelimpahan plankton adalah:
    A. Kuantitatif
    B. Kualitatif
    C. Vertikal
    D. Horizontal

28. Peralatan yang digunakan untuk mengambil sampel plankton secara vertikal dengan kedalaman sesuai keinginan peneliti adalah:
    A. Botol Terang
    B. Botol Kemmerer
    C. Pompa
    D. Botol Gelap

29. Pengambilan sampel air dengan sampling secara horizontal bertujuan untuk....
    A. Mengetahui sebaran plankton secara vertikal
    B. Mengetahui sebaran plankton secara horizontal
    C. Mengetahui kelimpahan plankton
    D. Mengetahui jenis-jenis plankton

30. Bahan yang dipergunakan untuk pengawetan sampel plankton setelah diambil dari lokasi pengambilan adalah:
    A. Lugol
    B. Formalin 4%
    C. Formalin 100%
    D. Larutan Fisiologis

A. Kunci Jawaban Tes Formatif

No.	Jawaban	No.	Jawaban
1.	B	16.	A
2.	C	17.	D
3.	A	18.	C
4.	B	19.	C
5.	D	20.	C
6.	A	21.	C
7.	B	22.	B
8.	C	23.	D
9.	D	24.	B
10.	D	25.	C
11.	C	26.	B
12.	B	27.	A
13.	B	28.	D
14.	A	29.	B
15.	C	30.	B

B. Lembar Kerja Siswa Didik

Judul : Mengidentifikasi jenis-jenis pakan alami (phytoplankton, zooplankton dan benthos)

Waktu : 9 jam pembelajaran (9 X 45 menit)

Pendahuluan

Plankton adalah suatu organisme yang berukuran kecil yang hidupnya terombang ambing oleh arus di perairan bebas. Plankton terdiri dari makhluk-makhluk yang hidupnya sebagai hewan (zooplankton) dan sebagai tumbuhan (phytoplankton). Kecilnya ukuran plankton tidaklah mengandung arti bahwa mereka adalah organisme yang kurang penting. Mereka merupakan sumber makanan bagi ikan komersial yang penting yang hidup di perairan. Kelangsungan hidup ikan bergantung pada jumlah plankton yang ada di dalam perairan secara alami. Oleh karena itu agar dapat membudidayakan pakan alami sebagai makanan utama ikan kita harus terlebih dahulu mengidentifikasi jenis-jenis pakan alami yang terdapat pada perairan. Ikan merupakan salah satu makanan penting bagi manusia, secara tidak langsung makanan yang kita makanpun tergantung pada pakan alami. Pakan alami ini akan digunakan sebagai pakan awal pada suatu usaha budidaya.

Tujuan

Siswa diklat diharapkan mampu melakukan identifikasi pakan alami jika disediakan peralatan dan wadahnya sesuai dengan persyaratan teknis.

Alat dan bahan

a. Plankton net
b. Buku kunci identifikasi plankton

c. Botol film/botol sampel
d. Mikroskop
e. Objek glass
f. Cover Glass
g. Sedgewick rafter
h. Air kolam sebagai sampel
i. Aquades
j. Formalin 4%
k. Lugol
l. Pipet tetes
m. Tissue

Keselamatan kerja

a. Kenakan pakaian praktik dan gunakan sarung tangan jika memegang bahan-bahan yang bersifat keras.
b. Hati-hati dalam menggunakan peralatan listrik dan melakukan kegiatan

Langkah kerja

a. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan dan sebutkan fungsi dan cara kerja peralatan tersebut!
b. Mengambil sampel air pada kolam menggunakan plankton net dengan melakukan pengulangan sebanyak 5 kali pada lokasi yang berbeda.
c. Memberikan aquades di pinggir plankton net
d. Memasukkan sampel air yang ada di plankton net ke dalam botol film
e. Memberi 3-4 tetes formalin 4% ke dalam botol film
f. Menutup botol film

g. Mengamati sampel air dengan mengocok terlebih dahulu botol sampel.
h. Mengambil sampel dengan pipet tetes, kemudian taruhlah kedalam sedgwick rafter ditutup dengan cover glass, jangan sampai ada gelembung udara dalam sedgewick rafter
i. Letakkan sedgewick rafter ke atas meja pengamatan pada mikroskop.
j. Mengamati sampel dengan mikroskop, lakukan pembesaran mulai dari yang kecil sampai diperoleh gambar yang jelas.
k. Gambarlah hasil yang diperoleh berdasarkan pengamatan dibawah mikroskop.
l. Mencari gambar atau ciri-ciri yang sesuai dengan buku kunci identifikasi plankton serta mengidentifikasikan plankton sesuai dengan kunci identifikasi dan lakukan pencatatan hasil pengamatan tersebut.

C. Penilaian

1. Sikap

2. Pengetahuan

3. Keterampilan

Kegiatan Pembelajaran2: Menganalisis siklus hidup dan sistem perkembangbiakan pakan alami

A. Deskripsi (BELUM ADA)

B. Kegiatan Belajar (BELUM ADA)

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari Buku Teks Bahan ajar Siswa tentang menganalisis siklus hidup dan perkembangbiakan pakan alami (phytoplankton, zooplankton dan benthos), Siswa mampu:

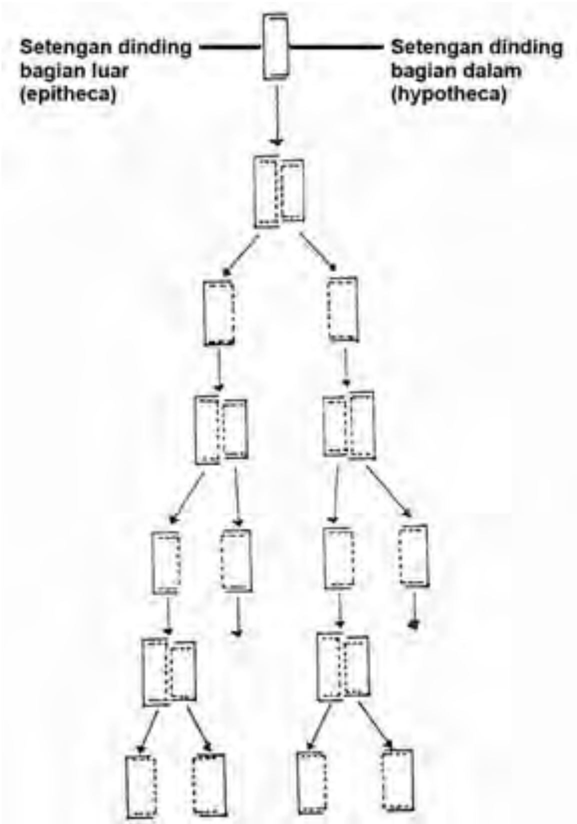
a. Memahami siklus hidup dan perkembangbiakan phytoplankton.
b. Memahami siklus hidup dan perkembangbiakan zooplankton
c. Memahami siklus hidup dan perkembangbiakan benthos

2. Uraian Materi

a. Siklus hidup dan perkembangbiakan phytoplankton

Phytoplankton di perairan ada yang berukuran besar dan kecil dan biasanya yang besar tertangkap oleh jaring plankton (net plankton). Jenis phytoplankton yang biasa tertangkap terdiri dari dua kelompok besar, yaitu diatom dan dinoflagellata. Diatom mudah dibedakan dari dinoflagellata karena bentuknya seperti kotak gelas yang unik dan tidak memiliki alat gerak. Pada proses reproduksi tiap diatom akan membelah dirinya menjadi dua. Satu belahan dari bagian hidup diatom akan menempati katup atas (epiteka) dan belahan yang kedua akan menempati katup bawah (hipoteka). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 22. Sedangkan kelompok utama kedua yaitu dinoflagellata yang dicirikan dengan sepasang flagella yang digunakan untuk bergerak

dalam air. Beberapa dinoflagellata seperti Nocticula yang mampu menghasilkan cahaya melalui proses bioluminesens.



Gambar 28. Reproduksi sel Diatom (Brock, 1970)

Siklus hidup Phytoplanktonpada umumnya sangat pendek. Dalam siklus hidupnya phytoplankton membutuhkan sinar matahari agar bisa melakukan proses fotosintesa. Phytoplankton mampu membuat makanannya sendiri seperti tumbuhan pada umumnya karena mempunyai zat hijau daun yang disebut klorofil. Klorofil pada tumbuhan inilah

merupakan pigmen fotosintesis dan berfungsi untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi kimiawi yang disimpan dalam bentuk gula pada tumbuhan. Proses pembentukan gula pada phytoplankton sebagai sumber energi inilah yang biasa disebut dengan fotosintesis. Hasil fotosintesis berupa makanan tadi lalu disalurkan ke seluruh bagian phytoplankton. Fotosintesis menyediakan makanan bagi hampir seluruh kehidupan di dunia baik secara langsung atau tidak langsung.Proses fotosintesis pada phytoplankton diuraikan dengan rumus kimia yang hasil akhirnya adalah sebagai berikut.

Energi cahaya

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + O_2$$

klorofil

Phytoplankton disebut juga organisme autotrof karena mampu membuat molekul organik sendiri dari bahan mentah anorganik yang diperoleh dari lingkungannya yaitu berupa karbon dioksida dari udara serta air dan mineral.Nutrisi ini menyebabkan Phytoplanktonmampu melakukan reproduksi sangat cepat. Phytoplanktonberkembangbiak dimulai dengan siklus karbon sebagai sumber makanan dan mulai fotosintesis.

Perkembangbiakan pakan alami di dalam media kultur dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara seksual dan aseksual. Perkembangbiakan secara aseksual (tidak kawin) yang disebut dengan Parthenogenesis terjadi dalam keadaan normal. Pakan alami mempunyai umur hidup yang relatif singkat, untuk kelompok phytoplankton hanya dibutuhkan waktu beberapa hari saja sudah mencapai puncak populasi dan akan mati. Setelah dilakukan seleksi bibit pakan alami dari kelompok phytoplankton dilakukan penebaran bibit pakan alami sesuai dengan jenis dan volume media kultur yang telah ditentukan. Kultur pakan alami phytoplankton biasanya untuk kebutuhan produksi menggunakan teknik kultur massal

dan bibit yang ditebarkan pada teknik kultur massal ini berasal dari teknik kultur semi massal, sedangkan bibit yang digunakan pada teknik kultur semi massal berasal dari kultur murni. Bibit yang dibudidayakan dari kultur murni berasal dari hasil inokulasi dari alam yaitu perairan laut atau perairan tawar. Padat penebaran bibit phytoplankton ini sangat bergantung kepada volume media, waktu pemanenan dan kebutuhan produksi.

Ada beberapa jenis phytoplankton yang sudah dibudidayakan secara massal di panti benih ikan air laut maupun payau sebagai makanan bagi zooplankton atau larva ikan. Berikut ini akan dijelaskan siklus hidup beberapa jenis phytoplankton tersebut yang sudah dapat dilakukan kultur murni, semi massal dan massal, antara lain adalah:

Diatom

Diatom merupakan Phytoplankton yang termasuk dalam kelas Bacillariophyceae. Kelompok ini merupakan komponen Phytoplankton yang paling umum dijumpai di laut. Phytoplankton tersebut terdapat di mana saja, dari tepi pantai sampai ke tengah samudera. Diperkirakan di dunia ada sekitar 1400—1800 jenis diatom, tetapi tidak semua hidup sebagai plankton. Ada juga yang hidup sebagai bentos (di dasar laut), atau yang kehidupan normalnya di dasar laut tetapi oleh gerakan adukan air dapat membuatnya lepas dan dasar dan terbawa hanyut sebagai plankton (disebut sebagai tikoplankton).Diatom merupakan tumbuhan mikroskopis di laut yang merupakan tumpuan hidup (langsung atau tak langsung) bagi sebagian besar biota laut. Oleh sebab itu, berbagai julukan diberikan bagi diatom ini, misalnya diatom dipandang sebagai pembentuk utama “marine pasture” atau padang penggembalaan yang menghidupi jasad hidup lainnya. Atau sebagai komponen utama “invisible forest” yakni hutan

belantara yang tak terlihat, karena banyaknya bahkan bisa ribuan hingga jutaan individu per liter dengan keanekaragaman yang tinggi, dan dengan kemampuan fotosintesis tidak kalah dengan hutan di darat.Diatom juga dijuluki sebagai "*jewel of the sea*" atau permata dari laut, karena selain kehadirannya yang sangat umum, kerangka dinding selnya mengandung silika, bahan bagaikan kaca, yang kaya dengan berbagai variasi bentuk yang menawan dengan simetri yang indah(Sachlan, 1982).

Diatom atau kelas Bacillariophyceae ini terbagi atas dua ordo yakni Centrales (Iebih populer disebut centric diatom) dan Pennales (pennate diatom). Diatom sentrik (centric) bercirikan bentuk sel yang mempunyai simetri radial atau konsentrik dengan satu titik pusat. Selnya bisa berbentuk bulat, lonjong, silindris, dengan penampang bulat, segitiga atau segi empat. Sebaliknya diatom penat (pennate) mempunyai simetri bilateral, yang bentuknya umumnya memanjang, atau berbentuk sigmoid seperti huruf"S". Sepanjang median diatom penat ada jalur tengah yang disebut räfe (raphe) (Sachlan, 1982).

Struktur umum sel diatom dapat dijelaskan secara sederhana dengan model dan diatom sentrik. Sel dengan kerangka silikanya disebut frustul (frustule). Morfologi frustula terdiri dari dua valva (valve) setangkup, bagaikan cawan petri (petri dish), atau bagaikan kotak obat (pill box). Valva bagian atas disebut epiteka (epitheca) yang menutupi sebagian valva bagian bawah yang disebut hipoteka (hypotheca) . Bagian tumpang tindih yang melingkar pinggangnya disebut girdel (girdle). Seluruh permukaan valva boleh dikatakan penuh dengan berbagai ornamentasi yang simetris dan indah, dan pori–pori yang menghubungkan sitoplasma dalam dengan lingkungan di luarnya. Ciri ornamentasi pada valva ini merupakan hal penting untuk identifikasi jenis. Di dalam frustula terdapat sitoplasma yang mengandung inti sel dan vakuola yang besar. Di dalam sitoplasma terdapat

pula kromatofor (chromatophore) yang umumnya berwarna kuning-cokiat karena adanya pigmen karotenoid (Sachlan, 1982).

Reproduksi diatom dapat terjadi secara seksual atau aseksual, meskipun reproduksi aseksual / vegetatif adalah yang sangat umum. Reproduksi aseksual terjadi dengan pembelahan sitoplasma dalam frustul dimana epiteka induk akan menghasilkan hipoteka yang baru, sedangkan hipoteka yang lama akan menjadi epiteka yang menghasilkan hipoteka yang baru pula pada anakannya, dan seterusnya. Dengan demikian suksesi reproduksi aseksual ini akan menghasilkan ukuran sel yang semakin kecil. Suatu ketika ukurannya mencapai minimum yang selanjutkan akan dikompensasi dengan tumbuhnya auksospora berukuran besar yang akan membelah dan menghasilkan sel baru yang kembali berukuran besar. (Sachlan, 1982).

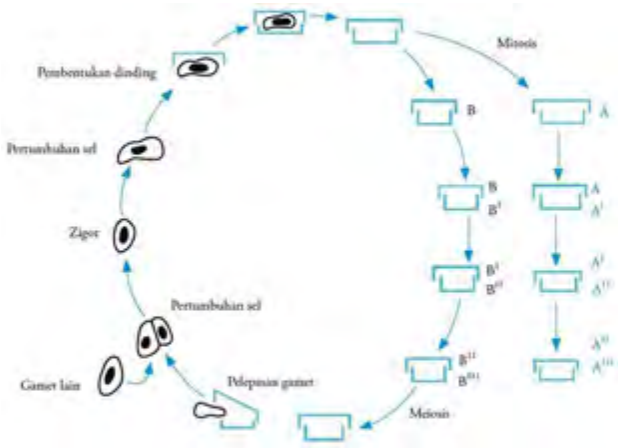
Diatom dapat hidup sebagai individu sel tunggal yang soliter, atau terhubung dengan sel lainnya membentuk koloni bagaikan rantai, dengan rangkaian antar selnya bervariasi menurut jenis. Hubungan antar sel ini dapat berupa benang tunggal dari mukus seperti pada *Thalassiosira*, atau dengan benang banyak seperti pada *Chaetoceros* dan *Bacteriastrum*. Gelombang laut yang kuat dapat membuat rantai yang semula panjang pecah menjadi rantai yang lebih pendek (Sachlan, 1982).

Ukuran diatom cukup beragam, dari yang kecil berukuran sekitar 5 mikron meter meter sampai yang relatif besar sampai sekitar 2 mm. *Ditylum*misalnya dapat berukuran sampai 100-150 mikron meter, sedangkan *Rhizosolenia* yang berbentuk pinsil panjang langsung bisa lebih dari 1 mm. *Coscinodiscus* yang berbentuk bundar dapat memiliki diameter lebih dari 400 mikron meter meter. Termasuk berukuran ekstrim adalah *Ethmodiscus* yang bisa mencapai 2 mm (Sachlan, 1982).

Distribusi plankton diatom bervariasi secara temporal (bergantung waktu) dan spasial (ruang), yang banyak ditentukan oleh faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhinya. Sebaran horizontal misalnya lebih banyak ditentukan oleh faktor suhu, salinitas, dan arus. Diperairan ugahari / temperat yang mengalami perubahan musim panas dan musim dingin yang nyata, variasi musiman suhu, unsur hara, dan cahaya akan mempengaruhi keberadaan dan suksesi plankton diatom (Sachlan, 1982).

Diatom (Kelas Bacillariophyceae) disebut juga *golden-brown algae* karena kandungan pigmen warna kuning lebih banyak daripada pigmen warna hijau sehinga perairan yang padat diatomnya akan terlihat agak coklat muda. Diatom merupakan anggota fitoplankton paling dominan di laut, terutama di laut terbuka dan ukurannya berkisar 0,01-1,00 mm. Bentuk diatom dapat berupa sel tunggal atau rangkaian sel panjang. Setiap sel dilindungi oleh silika dan menyerupai kotak.

Perkembangbiakan dilakukan dengan pembelahan sel sederhana (*binary cell division*). Beberapa jenis diatom yang hidup di pantai dapat membentuk spora. Pembentukan spora ini dilakukan apabila kondisi lingkungan tidak menguntungkan bagi kehidupannya. Kecepatan pembelahan sel diatom tergantung kepada kondisi lingkungan dan jenis diatomnya. Sel diatom di perairan tropis dapat lebih cepat melakukan pembelahan. Umur diatom sendiri tidak diketahui secara pasti, namun diatom akan mati karena beberapa hal seperti perubahan musim, dimakan herbivor (misalnya zooplankton), kekurangan zat hara atau tenggelam ke bawah lapisan air yang tidak tertembus cahaya matahari. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 29.



Gambar 29. Siklus reproduksi diatom

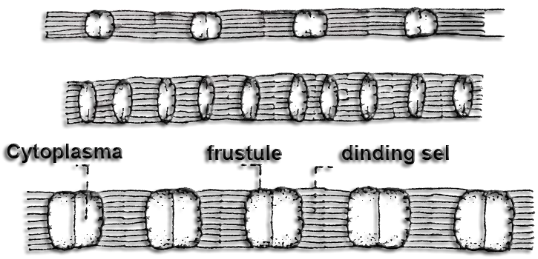
Diatom merupakan produsen primer terbanyak dan terdapat di semua bagian lautan, tetapi teramat melimpah di daerah permukaan massa air. Jenis diatom yang umum dijumpai di perairan lepas pantai Indonesia antara lain adalah *Chaetoceros* sp, *Rhizosolenia* sp, *Thalassiothrix* sp dan *Bacteriastrum* sp. Sedangkan di perairan pantai atau muara sungai biasanya banyak terdapat *Skeletonema* sp. dan kadang-kadang *Coscinodiscus* sp. Diduga kelimpahan *Skeletonema* ini dikarenakan ia dapat memanfaatkan kadar zat hara lebih cepat daripada diatom lainnya (Romimohtarto dan Sri Juwana. 2001).

Skeletonema costatum

Skeletonema costatum merupakan diatom dari golongan centrales, yaitu plankton yang mempunyai bentuk silinder dan sebagian besar hidup di air laut. Diatom sering juga disebut ganggang kersik, karena mempunyai sel yang mengandung silikat. Phytoplankton ini merupakan alga bersel

tunggal, dengan ukuran sel berkisar antara 4-15 mikron meter, akan tetapi alga ini dapat membentuk untaian rantai yang terdiri dari beberapa sel. Sel yang berbentuk kotak yang terdiri atas epiteka pada bagian atas dan hipoteka pada bagian bawah. Bagian hipoteka mempunyai lubang-lubang yang berpola khas dan indah yang terbuat dari silikon oksida. Pada setiap sel dipenuhi oleh cytoplasma.

Skeletonema costatum memiliki dinding sel yang mengandung frustula yang bisa menghasilkan skeletal eksternal yang berbentuk cembung serta mempunyai duri-duri yang berfungsi untuk menghubungkan antara frustula yang satu dengan yang lainnya sehingga terbentuk filamen-filamen yang panjang. Dinding selnya terdiri dari pectin dan silikat sehingga membentuk pigmen yang terdiri dari klorofil, karotein dan frukosantin. Karotein inilah yang menyebabkan dinding sel *Skeletonema costatum* berwarna coklat keemasan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 30.



Gambar 30. Skeletonema costatum

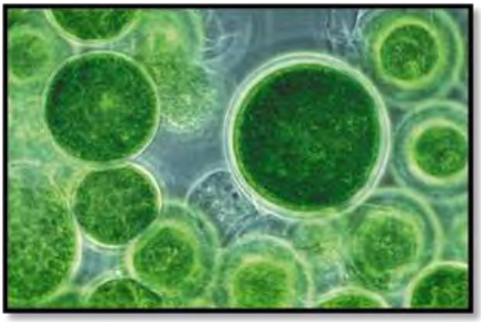
Skeletonema costatum bereproduksi secara aseksual dengan pembelahan sel, yaitu protoplasma terbagi menjadi dua bagian yang disebut epiteka dan hipoteka, masing-masing dari bagian ini akan membentuk epiteka dan hipoteka baru yang ukurannya lebih kecil dari ukuran induknya,

pembelahan sel yang berulang-ulang mengakibatkan ukuran sel *Skeletonema costatum* semakin mengecil. Disaat ukuran sel telah mencapai 7 mikron meter, maka reproduksinya tidak lagi terjadi secara aseksual tetapi berubah menjadi reproduksi secara seksual melalui pembentukan rantai autospora. Autospora akan membentuk epiteka dan hipoteka baru yang tumbuh menjadi sel yang ukurannya semakin membesar. Dan setelah itu akan terjadi pembelahan sel sehingga membentuk seperti rantai.

Skeletonema costatum hidup di perairan laut, pantai dan muara sungai. Pertumbuhannya dipengaruhi oleh intensitas cahaya.Peningkatan intensitas sinar matahari dari 500-12.000 lux dapat meningkatkan pertumbuhan. Oleh karena itu dalam melakukan budidaya pakan alami ini membutuhkan intensitas cahaya matahari untuk tumbuh dan berkembang.

Chlorella sp

Menurut habitatnya *Chlorella sp* ada yang hidup di air tawar dan yang hidup diair laut. Pada budidaya ikan air tawar biasanya dalam proses budidayanya tidak menggunakan phytoplankton sebagai pakan alami. Pada budidaya ikan air laut dan payau pakan alami dari jenis *Chlorella* ini sangat dibutuhkan dalam proses pembudidayaannya. Jenis *Chlorella* yang hidup di air laut antara lain adalah *Chlorella munutilisima, Chlorella vulgaris, Chlorella pyrenoidosa dan Chlorella virginica.* Pada usaha budidaya ikan air laut dan budidaya ikan air payau yang biasa dikultur adalah jenis *Chlorella vulgaris.* Untuk lebih jelasnya dapat dilihat morfologi *Chlorella* pada Gambar31.



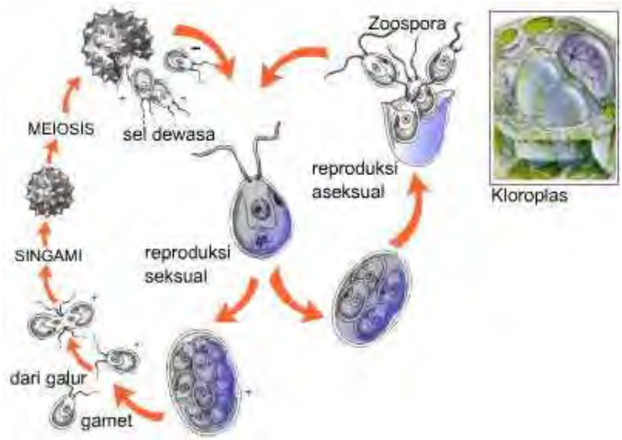
Gambar 31. Bentuk morfologi dari *Chlorella sp.*

Bentuk *Chlorella vulgaris* bulat atau bulat telur dan merupakan alga bersel tunggal dan dapat juga dijumpai dalam bentuk bergerombol. Ukuran *Chlorella vulgaris* mempunyai diameter antara 2-8 mikron meter meter. *Chlorella vulgaris* bersifat kosmopolit yaitu dapat tumbuh dimana-mana kecuali pada lingkungan yang kritis bagi hidupnya, alga ini dapat hidup pada kisaran salinitas 0-35 permil. Salinitas yang optimal adalah 10-20 permil, suhu 25-30^{o}C, pH 8-9,5 dan intensitas cahaya 1.000-10.000 lux.

Reproduksi *Chlorella vulgaris* biasa dilakukan secara aseksual dengan pembelahan sel, tetapi bisa juga dengan pemisahan autospora dari sel induknya. Reproduksi sel diawali dengan produksi sel yang berukuran besar, periode selanjutnya akan terjadi peningkatan aktifitas sintesa sebagai persiapan dari pembentukan sel anak yang merupakan tingkat pemasakan awal dan tahap selanjutnya membentuk sel induk yang merupakan tingkat pemasakan akhir dan akan disusul oleh pelepasan sel anak. Reproduksi aseksual dengan membentuk autospora adalah spora non flagelata yang mempunyai bentuk seperti sel induknya tetapi mempunyai ukuran yang lebih kecil.

Perkembangbiakan aseksual pada *Chlorella sp* dimulai dengan pembelahan di dalam sel menjadi 2 sel, 4 sel, 8 sel dan 16 sel yang disebut dengan aplanospora. Setiap aplanospora akan membentuk dinding di sekitar dirinya dan akhirnya dinding sel induk pecah dan sel-sel anakan menjadi individu baru yang akan berkembang seperti induknya.Sel anak berkembang menjadi sel induk, sel-sel induknya mengeluarkan zoospora yang masing-masing dinamakan aplanospora. Dari satu sel induk dapat dihasilkan beberapa buah spora. Tahap pertumbuhan Chlorella sp. dapat dibedakan sebagai berikut: (a) Tingkat pertumbuhan; pada tingkat ini terjadi penambahan besarnya sel. (b) Tingkat pemasakan awal; pada tingkat ini terjadi beberapa proses persiapan pembentukan sel anak. (c) Tingkat pemasakan akhir; pada tingkat ini terjadi pembentukan sel induk muda. (d) Tingkat pelepasan sel atau pelepasan autospora; pada tahap ini dinding sel induk akan pecah dan akhirnya terlepas menjadi sel-sel baru.

Perkembangbiakan secara vegetatif diawali dengan membentuk spora. Setiap sel induk *Chlorella* sp. akan mengeluarkan zoospora yang disebut aplanospora sebanyak 8 buah. Selanjutnya aplanospora berkembang menjadi individu-individu baru. Setiap aplanospora yang telah dewasa akan mengeluarkan 8 aplanospora baru dan seterusnya selama kondisi lingkungan memungkinkan.



Gambar 32. Siklus perkembangbiakan *Chlorella*

(Sumber Buku Biologi SMA Kelas X)

Chlorella vulgaris mempunyai waktu regenerasi yang sangat cepat dalam waktu yang relatif singkat biasanya 4-14 hari. Perbanyakan sel itu akan sangat dipengaruhi oleh cahaya sebagai sumber energi dan kondisi lingkungan yang optimal. Ganggang ini berwarna hijau biasa atau hijau cerah, sering terlihat *blooming* di estuari atau perairan tertutup tetapi sangat sedikit di laut terbuka. Jenisnya ada yang berflagel dan ada pula yang tidak. Umumnya berukuran nano atau ultraplankton (kurang dari 0,005 mm), pembelahan dilakukan seperti biasa. Jika terjadi ledakan populasi, air akan berlendir, kotor atau membentuk suatu lapisan di permukaan air. Kematian dan pembusukan ganggang hijau ini dapat menyebabkan kondisi perairan semakin buruk. *Chlorella* sp. dapat mengeluarkan zat kimia yang menghambat pertumbuhan fitoplankton jenis lain sehingga hanya *Chlorella* yang tetap sumbuh dengan subur.

Spirulina platensis

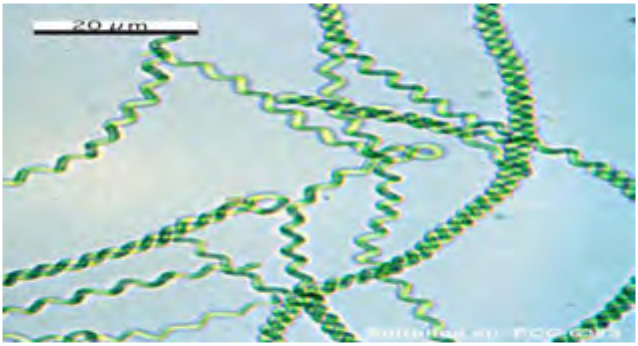
Spirulina berkembangbiak secara aseksual dan spora, pada beberapa jenis reproduksi terjadi dengan cara memutuskan sel koloni atau filamen membentuk sel menjadi filamen baru. *Spirulina*merupakan blue green algae berukuran mikro berbentuk spiral dan hanya berukuran tebal 3-5 mikron meter, hidup diperairan tawar maupun laut. Secara alamiah Spirulina terdapat di danau-danau alkali. *Spirulina* sudah sejak lama dikonsumsi oleh penduduk Mexico dan Chad untuk meningkatkan kesehatan manusia. Penelitian tentang *Spirulina* telah dilakukan lebih dari 50 tahun oleh berbagai peneliti dunia. Jenis Spirulina yang ada di alam cukup banyak, lebih dari 100 jenis, namun hanya *Spirulina platensis* dan *Spirulina maxima* yang sangat populer untuk kepentingan manusia. Pemanfaatan telah digunakan sebagai makanan Astronot ke ruang angkasa serta penanganan bencana kebocoran radiasi nuklir di Chernobil USSR, dan bencana di kimia di Bophal India.

Reproduksi *Spirulina platensis* dengan cara membelah diri, pembelahan diri diawali dengan pemutusan filamen yang telah masak ini merupakan awal dari daur hidup *Spirulina platensis*. Pemutusan filamen ini akan membentuk bagian yang disebut dengan nekridia.Perkembangbiakannya dengan cara aseksual yaitu membelah diri (fragmentasi). Pembelahan sel dimulai dengan membentuk membrane transversal didalam sel, hampir mencapai 8 menit, kemudian sel putus, selini disebut nekridia. Nekridia akan mengalami lisis dan membentuk sel-sel baru yang bentuknya bikonkaf. Lalu bagian-bagian ini membentuk koloni sel yang disebut hormogonia. Sel yang terdapat pada hormogonia akan bertambah jumlahnya melalui fusi sel. Sitoplasmanya bergranula dan warna sel menjadi biru-hijau cerah. Proses ini menyebabkan ukuran trichome bertambah panjang dan membentuk heliks.

Setelah hormogonia terbentuk lalu memisahkan diri dari filamen induk untuk kemudian menjadi filament baru, dan bertambah jumlahnya melalui fusi sel. Dimana trichome membentuk heliks. Daur hidup Spirulina dalam kondisi Laboratorium adalah sekitar 1 hari dan dalam kondisi lapangan adalah 3-5 hari.

Laju pertumbuhan spesifik Spirulina dalam kondisi laboratorium adalah 0,3 milimikron meter / hari dan dalam kondisi lapangan adalah 0,1-0,2 milimikron meter / hari. Untuk menumbuhkan Spirulina diperlukan adanya tambahan mineral dalam budidaya seperti karbon (C), nitrogen (N), kalium (K), fosfor (P), magnesium (Mg) dan kalsium (Ca).

Pengembangan budidaya *Spirulina platensis* di dunia sebagian besar menggunakan medium air tawar dan hanya di beberapa tempat mengembangkan pada medium air laut. Salah satu kelebihan pemeliharaan *Spirulina platensis* di medium air laut adalah terbebasnya dari kontaminan mikroorganisme seperti *Eschericia coli*, *Salmonella*, *Microcystis* yang dapat membahayakan kesehatan manusia. *Spirulina platensis* telah berhasil dibudidayakan skala masala (kolam) di perairan Jepara dan telah berhasil dikembangkan untuk *food grade* yang sangat aman di konsumsi oleh manusia.Jenis *Spirulina platensis* yang sudah diproduksi secara massal untuk kepentingan manusia dan ikan terdapat pada Gambar33.



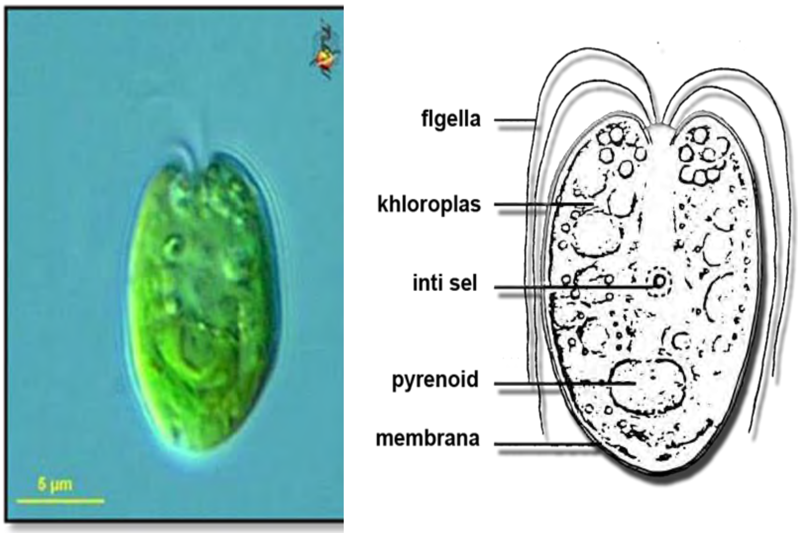
Gambar 33. Spirulina platensis

Tetraselmis chuii

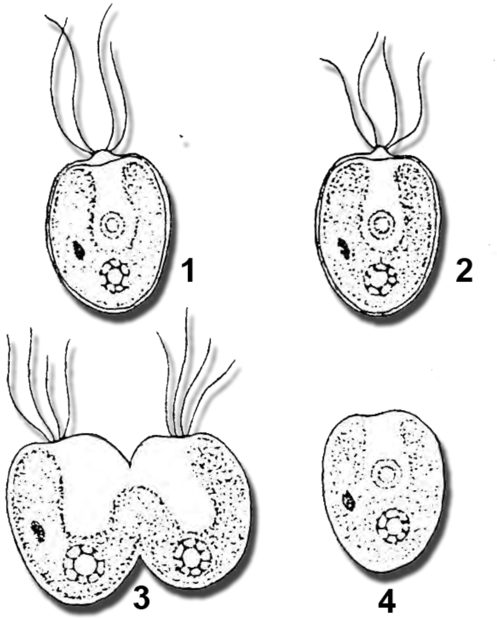
Tetraselmis chuii merupakan phytoplankton berwarna hijau, yang memiliki sel tunggal, ukuran 7-12 mikron meter, tubuhnya mempunyai empat buah bulu cambuk (flagella) sehingga dapat bergerak aktif. *Tetraselmis chuii* dapat berkembangbiak secara seksual dan aseksual. Reproduksi secara aseksual dilakukan dengan cara pembelahan sel. Proses pembelahan sel ini berlangsung sangat cepat. Pada setiap tahapan pembelahan sel mengalami perkembangbiakan protoplasma yang membelah berulang kali dengan membentuk 2-16 sel baru. Reproduksi aseksual dimulai dengan membelahnya protoplasma sel menjadi dua, empat, delapan dalam bentuk zoospore setelah masing-masing melengkapi diri dengan flagella.

Perkembangbiakan secara seksual atau perkembangbiakan secara generatif (perkawinan) diawali dengan membentuk 2-64 buah sel gamet. Ukuran dan bentuk setiap sel gamet tidak selalu seragam. Ukuran gamet jantan kadang lebih kecil daripada gamet betina. Sel gamet yang berbeda ukurannya ini dinamakan anisogamet. Sel gamet yang ukurannya sama disebut dengan isogamet. Gamet jantan dan gamet betina akan bersatu membentuk zygot. Setiap sel mempunyai gamet yang identik (isogami)

kemudian dengan bantuan substansi salah satu gamet tersebut ditandai dengan bersatunya kloroplast yang kemudian menurunkan zygote yang sempurna. Zygot ini akan berkembang membentuk dinding sel yang tebal sebagai pelindung (protektor). Setelah dinding sel terbentuk, perkembangbiakan zygot berhenti untuk beberapa saat (fase dorman). Lamanya fase dorman ini belum diketahui secara pasti, biasanya masa dorman ini dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Pada saat kondisi lingkungan sudah cukup baik maka zygot akan mengakhiri masa dormannya dan akan membentuk empat buah sel kumbara. Sel-sel kumbara ini kemudian akan tumbuh menjadi sel vegetatif yang baru. Morfologi *Tetraselmis chuii* dapat dilihat pada Gambar 34.

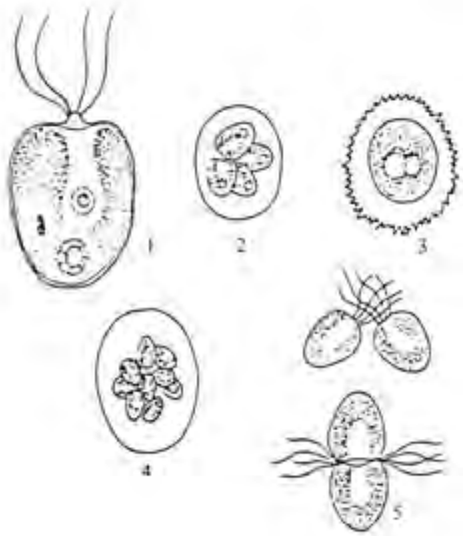


Gambar 34. Tetraselmis chuii



Keterangan gambar :
1. Gamet betina
2. Gamet Jantan
3. Terjadi fusi antara kedua gamet dan bersatunya chloroplas
4. Zygote yang telah masak

Gambar 35. Reproduksi *Tetraselmis chuii*secara seksual (Prescott, 1970)



Gambar 36. Reproduksi *Tetraselmis chuii* secara aseksual (Prescott, 1970)

Keterangan Gambar:

1. Sel Vegetatif dengan chloroplas pada pyrenoid
2. Sel membelah menuju ke bentuk Zoospora
3. Letak Gamet
4. Unit-unit gamet
5. Zygospora

1. Siklus hidup dan perkembangbiakan zooplankton

Zooplankton yang sudah dibudidayakan secara massal dan dipergunakan sebagai pakan alami ikan konsumsi dan ikan hias antara lain adalah:

a. Kelompok rotifera yaitu *Brachionus plicatilis* untuk jenis rotifera air laut dan *Brachionus calcyflorus* serta *Brachionus rubens* untuk jenis rotifera air tawar.
b. Kelompok Cladocera yaitu *Daphnia* sp dan *Moina* sp
c. Kelompok Brachiopoda yaitu *Artemia salina*
d. Kelompok Infusaria yaitu *Paramecium caudataum*

Rotifera

Identifikasi Rotifera perlu dilakukan agar tidak terjadi kesalahan dalam melakukan inokulasi. Rotifera merupakan salah satu jenis zooplankton yang hidup diperairan tawar didaerah tropis dan subtropis. Berdasarkan klasifikasinya Rotifera dapat dimasukkan kedalam :

Filum	:	Rotifera
Kelas	:	Monogononta
Ordo	:	Ploima
Famili	:	Brachionidae
Subfamili	:	Brachioninae
Genus	:	*Brachionus*
Spesies	:	*Brachionus calyciflorus*

Morfologi Rotifera dapat dilihat secara langsung dibawah mikroskop, ciri khasnya yang sangat mudah untuk dikenali adalah adanya corona atau semacam selaput yang dikelilingi cilia yang mencolok disekitar mulutnya. Lingkaran cilia dibagian anterior terdapat diatas pedestal yang terbagi dua yang disebut *trocal disk*. Gerakan membranela pada trochal disk seperti dua roda yang berputar.*Trochal disk* digunakan untuk berenang dan makan.

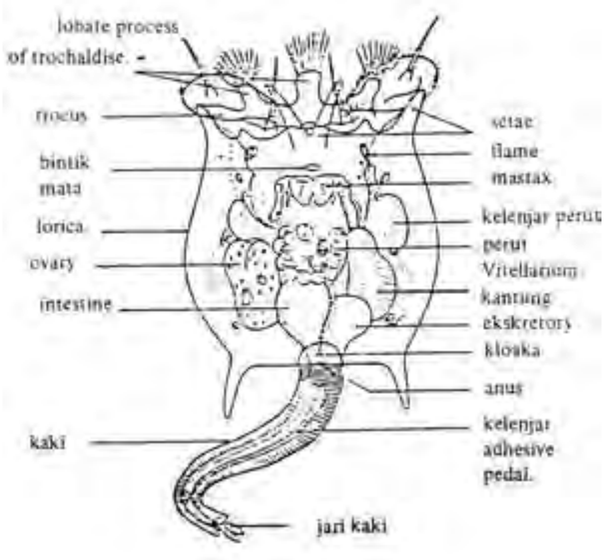
Tubuh Rotifera umumnya transparan, beberapa berwarna hijau, merah atau coklat yang disebabkan oleh warna makanan yang ada disekitar saluran pencernaannya. Tubuh terbagi atas tiga bagian yaitu bagian kepala yang pendek, badan yang besar dan kaki atau ekor. Bentuk tubuh agak panjang dan silindris. Pada kepala terdapat corona yang berguna sebagai alat untuk mengalirkan makanan, organ perasa atau peraba dan bukaan mulut.

Rongga badan berisi cairan tubuh dan terdapat beberapa organ tubuh, yaitu saluran pencernaan yang terdiri dari mastax dengan kelenjar ludah, oesophagus, lambung dengan kelenjar perut dan usus. Organ ekresi, organ genital meliputi germanium atau ovari dan vitellarium. Sejumlah otot-otot melingkar dan membujur yang meluas sampai ke kepala dan kaki. Kepala dan badan tidak jelas batasnya, kaki ramping dan ujung kaki mengecil, pada ujung kaki terdapat dua ruas semu atau lebih bahkan kadang-kadang tidak terlihat karena ditarik kedalam tubuh atau mengkerut dan adakalanya tidak. Kaki yang beruas semu mempunyai dua jari dan mengandung kelenjar kaki yang bermuara di ujung jari.

Badan Brachionus dilapisi kutikula yang membentuk lapisan agak tebal dan kaku yang disebut lorica. Ukuran lorica berbeda-beda untuk setiap spesies yang sama pada habitat berbeda. Rata-rata lebar lorica Brachionus calyciflorus bervariasi antara 124 – 300 mikron meter meter. Panjang tubuh berkisar antara 200 – 500 µm . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 37.



Gambar 37. Rotifera



Gambar 38. Morfologi *Brachionus plicatilis*

Langkah selanjutnya setelah dapat mengidentifikasi jenis Rotifera yang akan ditebar kedalam media kultur adalah melakukan pemilihan terhadap bibit Rotifera. Pemilihan bibit Rotifera yang akan ditebar

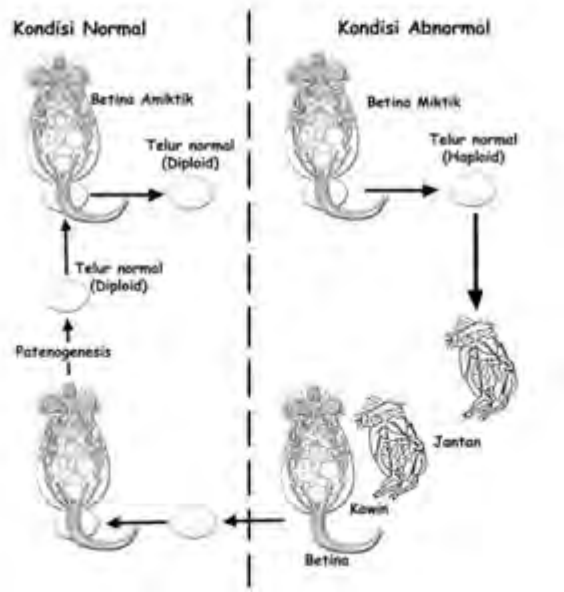
kedalam media kultur harus dilakukan dengan tepat. Bibit yang akan ditebar kedalam media kultur harus yang sudah dewasa. Rotifera dewasa berukuran 2,5 mm, anak pertama sebesar 0,8 mm dihasilkan secara parthenogenesis. Ukuran badan dan nilai kalori rotifer berdasarkan volume dan bobot dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 4. Ukuran badan dan nilai kalori rotifer (*Brachionus* sp)

Rotifer	Panjang lorika (µm)	Lebar lorika (µm)	Volume (ml)	Bobot (µg)	Nilai kalori (10^{-7} kkal)
Betina	273 ± 13	170	1,77	0,195	10,89
Jantan	113 ± 3	92	0,29	0,031	1,75
Telur	128 ± 1	105	0,90	0,096	5,50
Telur Kista	98 ± 4	77	0,30	0,033	1,85

Perkembangbiakan Rotifera di dalam media kultur dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara seksual dan aseksual. Perkembangbiakan secara aseksual (tidak kawin) yang disebut dengan Parthenogenesis terjadi dalam keadaan normal. Sifat yang khas pada rotifera adalah adanya dua tipe jenis betina yaitu betina miktik dan amiktik. Betina amiktik menghasilkan telur yang akan berkembang menjadi betina amiktik pula. Tetapi dalam keadaan lingkungan yang kurang menguntungkan (tidak normal) seperti terjadi perubahan salinitas, suhu air dan kualitas pakan, maka telur betina amiktik tersebut dapat menetas menjadi betina miktik. Betina miktik ini akan menghasilkan telur yang akan berkembang menjadi jantan. Bila jantan dan betina miktik tersebut kawin, maka betina miktik akan menghasilkan telur dorman (dorman egg) dengan cangkang yang keras dan tebal yang

tahan terhadap kondisi perairan yang jelek dan kekeringan, dan dapat menetas bila keadaan perairan telah normal kembali. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 39.



Gambar 39. Siklus hidup rotifera

Rotifera mempunyai umur hidup yang relatif singkat yaitu antara 4 – 19 hari. Menurut beberapa ahli 24 jam setelah menetas *Brachionus* muda telah menjadi dewasa dan dapat menghasilkan telur 2 sampai 3 butir. Hal ini telah diperkuat oleh peneliti bahwa jumlah telur yang dihasilkan oleh induk betina *Brachionus calyciflorus* yang dikultur secara khusus di laboratorium adalah rata-rata 3 – 6 butir. Sedangkan pengetahuan tentang jumlah telur yang dihasilkan oleh betina miktik masih sedikit sekali, tetapi diduga tidak jauh berbeda dari jumlah telur yang dihasilkan oleh betina amiktik.

Setelah dapat membedakan antara individu Rotifera yang telur, anak, remaja dan dewasa maka selanjutnya adalah memilih individu yang dewasa sebagai calon bibit yang akan ditebarkan kedalam media kultur. Jumlah bibit yang akan ditebarkan kedalam media kultur sangat bergantung kepada volume media kultur . Padat penebaran bibit yang akan diinokulasi kedalam media kultur biasanya adalah 20 – 25 individu perliter.

Artemia salina

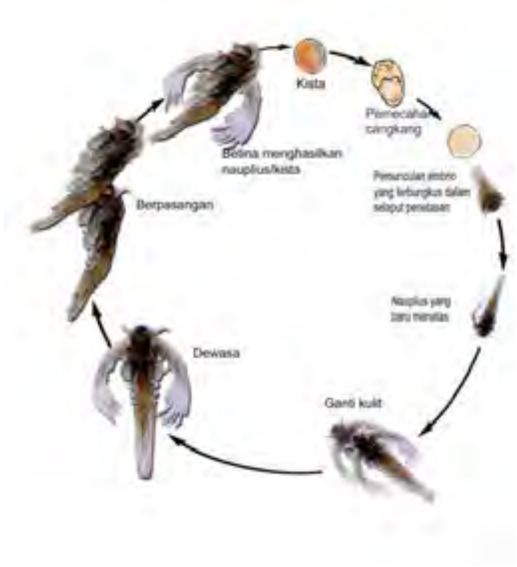
Identifikasi Artemia perlu dilakukan agar tidak terjadi kesalahan dalam melakukan inokulasi. Artemia merupakan salah satu jenis zooplankton yang hidup diperairan laut yang bersalinitas antara 42 sampai dengan 316 permil. Berdasarkan klasifikasinya *Artemia* sp dapat dimasukkan kedalam :

Filum	:	Arthropoda
Kelas	:	Crustacea
Ordo	:	Anastraca
Famili	:	Artemidae
Genus	:	*Artemia*
Spesies	:	*Artemia salina*

Morfologi *Artemia* dapat dilihat secara langsung dibawah mikroskop, ciri khas nya yang sangat mudah untuk dikenali setelah kista*Artemia* menetas adalah berubah menjadi nauplius. Dalam perkembangannya mengalami 15 kali perubahan bentuk (metamorfosis) , setiap kali perubahan bentuk merupakan tahapan suatu tingkatan yaitu instar I – instar XV, setelah itu menjadi artemia dewasa.

Tubuh Artemia dewasa mempunyai ukuran 1 – 2 cm dengan sepasang kaki majemuk dan 11 pasang thoracopoda. Setiap thoracopoda mempunyai eksopodit, endopodit dan epipodite yang masing-masing berfungsi sebagai alat pengumpul pakan, alat berenang dan alat pernafasan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 40.

Artemia yang akan ditebar kedalam media penetasan berasal dari cyst artemia. Cyst artemia berupa telur yang mengalami fase istirahat karena kondisi lingkungan perairan buruk . Hal ini terjadi karena sifat induk artemia di alam mempunyai dua cara perkembangbiakan yaitu pada saat kondisi perairan baik maka telur yang dihasilkan akan langsung menetas menjadi nauplius (ovovivipar) sedangkan pada kondisi perairan buruk akan disimpan dalam bentuk telur (kista) disebut juga ovipar. Untuk lebih jelasnya tentang perkembangbiakan Artemia dapat dilihat pada Gambar 40.



Gambar 40. Siklus reproduksi *Artemia salina*

Cara yang dilakukan dalam melakukan inokulasi adalah dengan menebarkannya secara hati-hati kedalam media kultur sesuai dengan padat tebar yang telah ditentukan. Penebaran bibit Artemia ini sebaiknya dilakukan pada saat suhu perairan tidak terlalu tinggi yaitu pada pagi dan sore hari.Cyst Artemia atau kista Artemia adalah telur yang telah berkembang lebih lanjut menjadi embrio dan kemudian diselubungi oleh cangkang yang tebal dan kuat. Cangkang ini berguna untuk melindungi embrio terhadap pengaruh kekeringan, benturan keras, sinar ultra violet dan mempermudah pengapungan. Jadi cyst artemia itu yang akan ditetaskan adalah hasil dari perkawinan artemia dewasa jantan dan betina yang pada kondisi lingkungan buruk akan membentuk fase istirahat atau dorman. Dan biasanya disebut telur kering (diapauze).

Artemia yang dijual dipasaran merupakan hasil budidaya atau eksploitasi dari alam yang dikemas dalam kemasan kaleng dengan berat rata-rata 450 gram. Telur artemia yang berasal dari laut atau tambak ini dipanen dengan menggunakan seser, kemudian dibersihkan dari kotoran-kotoran yang melekat. Kista yang berisi embrio akan mengapung dipermukaan air. Kemudian kista tersebut dikeringkan dibawah sinar matahari atau dengan alat pengering/oven dengan suhu sebaiknya tidak lebih dari 40^{o}C . Pengeringan didalam alat pengering ini dilakukan selama tiga jam sampai kadar air dari kista tersebut kurang dari 10% agar tahan lama dalam penyimpanan. Lama penyimpanan kista artemia jika dilakukan pengemasan dengan kaleng tanpa udara atau kantong plastik berisi gas Nitrogen adalah lima tahun.

Menurut cara reproduksinya *Artemia* dibagi menjadi dua yaitu *Artemia* yang bersifat biseksual dan *Artemia* yang bersifat partenogenetik. Reproduksi secara biseksual terjadi dengan pembuahan dan

partenogenetik terjadi tanpa pembuahan. Perkembangbiakan secara biseksual maupun partenogenetik dapat terjadi secara ovovivipar dan ovipar tergantung kondisi lingkungan terutama salinitas. Pada ovovivipar yang dihasilkan induk adalah anak yang disebut nauplius dan biasa terjadi pada kondisi lingkungan yang cukup baik. Sedangkan dengan cara ovipar yang dihasilkan induk adalah berupa telur yang bercangkang tebal yang disebut kista dan biasa terjadi bila kondisi lingkungan memburuk *Artemia* bersifat pemakan segala atau omnivora. *Artemia* dalam mengambil makanan bersifat penyaring tidak selektif (*non-selective filter feeder*), sehingga apa saja yang dapat masuk mulut *Artemia* menjadi makanannya

Artemia dapat memakan makanan dengan ukuran makanannya sampai 50 mikron meter. Di perairan alam, yang menjadi makanan *Artemia* antara lain detritus bahan organik (sisa-sisa jasad hidup), ganggang-ganggang renik (ganggang hijau, ganggang biru, dan ganggang merah), diatome, bakteri dan cendawan (ragi laut) (Mudjiman, 1989).*Artemia* yang baru menetas disebut juga dengan naupli. Naupli berwarna orange, berbentuk bulat lonjong dengan panjang 400 mikron meter dan lebar 170 mikron meter (Isnanstyo, 1995) sedangkan *Artemia* dewasa hampir menyerupai udang kecil dengan ukuran 10 – 20 mm. Kista*Artemia* akan menetas setelah diaerasi selama 20 jam, naupli tersebut mempunyai bagian tubuh berwarna kuning kecoklatan, sepasang mata berwarna merah terletak disekitar kepala, dan 3 pasang apendiks, antena I (berfungsi sebagai sensor), antena II (sebagai alat gerak dan penyaring makanan). Naupli *Artemia* yang baru menetas akan memasuki fase instar I. Pada fase ini naupli *Artemia* belum makan karena sistem pencernaan belum berkembang sempurna sehingga makanan masih berasal dari kuning telur. Setelah 8 jam naupli akan berkembang menjadi fase instar II dimana naupli sudah dapat

menyaring makanan yang berukuran 1-50 mikron meter. Naupli *Artemia* memiliki kandungan gizi yang tinggi, berdasarkan hasil proksimat naupli *Artemia* mengandung 56.2 % protein, 17.0% lemak, 3.6% karbohidrat, 0% serat kasar, 7.6% abu. Kandungan protein yang tinggi ini menyebabkan *Artemia* digunakan sebagai pakan alami yang sulit digantikan dengan pakan yang lain.

Artemia dewasa toleran terhadap fluktuasi suhu yang sangat bervariasi mulai dari suhu -18 derajat sampai 40 derajat. Suhu optimal untuk penetasan kista dan pertumbuhan adalah 25-30^{o}C. Meskipun demikian hal ini akan ditentukan oleh strain masing-masing. Artemia yang ditetaskan dan diberikan kepada larva atau benih ikan air tawar masih dapat bergerak karena berdasarkan hasil pengamatan nauplius artemia salina ini dapat hidup dalam air tawar selama 5 jam sebelum akhirnya mati.

Parameter kualitas air yang harus diperhatikan untuk mengamati siklus hidup dan perkembangbiakan *Artemia salina* adalah pada kondisi lingkungan yang optimal agar artemia yang sudah menetas masih dapat bertahan hidup. Adapun parameter yang optimal antara lain adalah pH, cahaya, dan oksigen. Nilai ph yang optimal adalah berkisar antara 8-9, sedangkan pH di bawah 5 atau lebih tinggi dari 10 dapat membunuh Artemia. Cahaya minimal diperlukan dalam proses penetasan dan akan sangat menguntungkan bagi pertumbuhan *Artemia salina*. Lampu standar grow-lite sudah cukup untuk keperluan hidup Artemia. Kadar oksigen harus dijaga dengan baik untuk pertumbuhan artemia. Artemia dengan supply oksigen yang baik, Artemia akan berwarna kuning atau merah jambu. Warna ini bisa berubah menjadi kehijauan apabila mereka banyak mengkonsumsi mikro algae. Pada kondisi yang ideal seperti ini, Artemia akan tumbuh dah beranak-pinak dengan cepat.

Sehingga supply Artemia untuk ikan yang kita pelihara bisa terus berlanjut secara kontinyu. Apabila kadar oksigen dalam air rendah dan air banyak mengandung bahan organik, atau apabila salinitas meningkat, artemia akan memakan bakteria, detritus, dan sel-sel kamir (yeast). Pada kondisi demikian mereka akan berwarna merah atau orange. Apabila keadaan ini terus berlanjut mereka akan mulai memproduksi kista.

Artemia salina mempunyai kebiasaan makannya adalah pemakan segala yang bersifat sebagai *non selective filter feeder* atau tidak selektif dalam menyaring makanan, sehingga apa saja yang ada di perairan (berukuran paling besar 50 mikron meter) dapat masuk ke dalam mulut artemia. Oleh karena itu diperlukan makanan dengan ukuran partikel khusus, yaitu lebih kecil dari 50 mikron meter. Makanan yang diberikan dapat berupa makanan buatan maupun makanan hidup atau plankton. Makanan buatan yang memberikan hasil cukup baik dan mudah didapat adalah dedak halus. Cara pemberiannya harus disaring terlebih dahulu dengan saringan 60 mikron meter. Selain itu juga dapat diberikan makanan yaitu pakan alami phytoplanktonseperti *Tetraselmis* sp, *Chaetoceros* sp, dan *Skeletonema* sp. Jenis pakan lainnya yang dapat diberikan selama masa pemeliharaan artemia salina adalah campuran bungkil kelapa dan tepung ikan dengan perbandingan 1:1 dalam dosis 10 gr/ton/hari. Dengan pemberian pakan yang kontinue maka *Artemia salina* akan tumbuh dan berkembangbiak menghasilkan nauplius jika kondisi lingkungan budidayanya optimal.

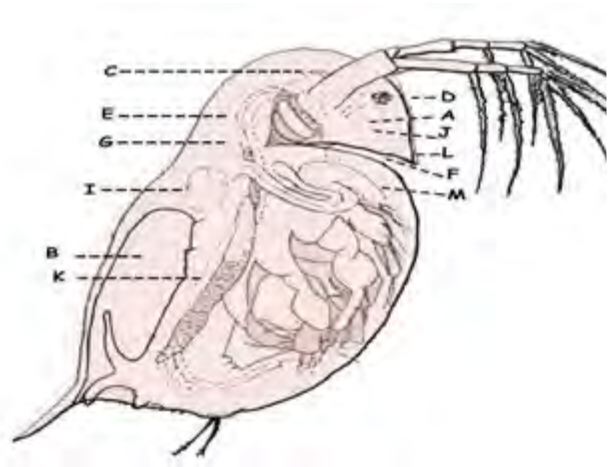
Daphnia sp

Daphnia merupakan salah satu jenis zooplankton yang hidup diperairan tawar didaerah tropis dan subtropis. Di alam ada banyak genus *Daphnia*, berdasarkan pengamatan para ahli genus ini terdapat lebih

dari 20 jenis, sedangkan didaerah tropis ada 6 jenis. Berdasarkan klasifikasinya *Daphnia* sp dapat dimasukkan kedalam :

Filum	:	Arthropoda
Kelas	:	Crustacea
Subklas	:	Branchiopoda
Divisi	:	Oligobranchiopoda
Ordo	:	Cladocera
Famili	:	Daphnidae
Genus	:	*Daphnia*
Spesies	:	*Daphnia* sp

Morfologi *Daphnia* dapat dilihat secara langsung dibawah mikroskop, bentuk tubuhnya lonjong, pipih dan segmen badan tidak terlihat. Pada bagian ventral kepala terdapat paruh. Pada bagian kepala terdapat lima pasang appendik atau alat tambahan, yang pertama disebut antenna pertama (antennule), yang kedua disebut antenna kedua yang mempunyai fungsi utama sebagai alat gerak. Sedangkan tiga pasang alat tambahan lainnya merupakan alat tambahan yang merupakan bagian-bagian dari mulut.Tubuh *Daphnia* ditutupi oleh cangkang dari kutikula yang mengandung khitin yang transparan, dibagian dorsal (punggung) bersatu tetapi dibagian ventral (perut) berongga/terbuka dan terdapat lima pasang kaki yang tertutup oleh cangkang. Ruang antara cangkang dan tubuh bagian dorsal merupakan tempat pengeraman telur. Pada ujung post abdomen terdapat dua kuku yang berduri kecil-kecil. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar41.



Gambar 41. Morfologi*Daphnia* sp

Keterangan gambar:

A : Otak

B : Ruang pengeraman

C : Caecum Pencernaan

D : Mata

E : Fornix

F : Antena Pertama

G : Usus

I : Jantung

J : Ocellus

K : Ovarium

L : Paruh

M : Kelenjar Kulit

Bibit yang akan ditebar kedalam media kultur harus yang sudah dewasa. Daphnia dewasa berukuran 2,5 mm, anak pertama sebesar 0,8 mm dihasilkan secara parthenogenesis.

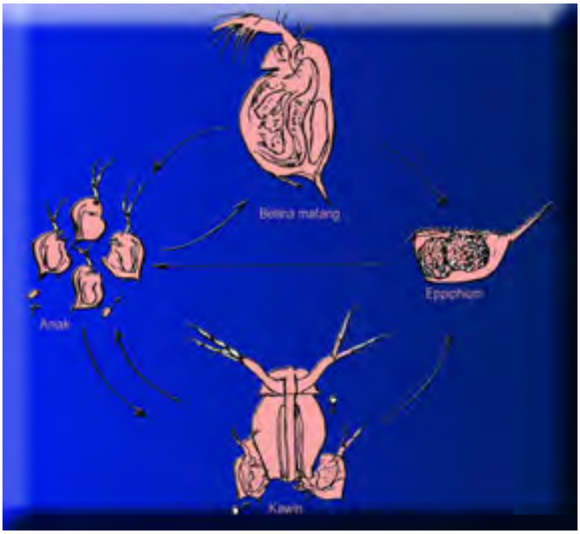
Perkembangbiakan *Daphnia* di dalam media kultur dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara seksual dan aseksual. Perkembangbiakan secara aseksual (tidak kawin) yang disebut dengan Parthenogenesis biasa terjadi dan akan menghasilkan individu muda betina. Perbandingan jenis kelamin atau sex ratio pada Daphnidae menunjukkan keragaman dan bergantung kepada kondisi lingkungannya. Pada lingkungan yang baik, hanya terbentuk individu betina tanpa individu jantan. Pada kondisi ini , telur dierami didalam kantong pengeraman sampai menetas dan anak *Daphnia* dikeluarkan pada waktu pergantian kulit. Pada kondisi perairan yang mulai memburuk disamping individu betina dihasilkan individu jantan yang dapat mendominasi populasi dengan perbandingan 1 : 27. Dengan munculnya individu jantan, populasi yang bereproduksi secara seksual akan membentuk efipia atau *resting egg* disebut juga kista yang akan menetas jika kondisi perairan baik kembali. Terbentuknya telur-telur yang menghasilkan individu jantan dirangsang oleh: melimpahnya individu betina yang mengakibatkan akumulasi hasil ekspresi, berkurangnya makanan yang tersedia dan menurunnya suhu air dari 25-30^{o}C menjadi 14-17^{o}C.

Daphnia sp dapat menjadi dewasa dalam waktu empat hari, ukuran dewasa adalah 2,5 mm, anak pertama sebesar 0,8 mm dihasilkan secara parthenogenesis. Daphnia mempunyai umur hidup yang relatif singkat yaitu antara 28 – 33 hari. Pada umur empat hari individu *Daphnia* sudah menjadi dewasa dan akan mulai menghasilkan anak pertamanya pada umur 4 – 6 hari. *Daphnia* ini akan beranak dengan selang waktu selama

dua hari , jumlah anak yang dihasilkan dalam sekali reproduksi adalah 29 – 30 ekor.

Selama hidupnya *Daphnia* mengalami empat periode yaitu telur, anak, remaja dan dewasa. Pertambahan ukuran terjadi sesaat setelah telur menetas didalam ruang pengeraman. Setelah dua kali instar pertama, anak Daphnia yang bentuknya mirip dengan Daphnia dewasa dilepas pada ruang pengeraman. Jumlah instar pada stadium anak ini hanya dua sampai lima kali, tetapi tingkat pertumbuhan tertinggi terjadi pada stadium ini. Periode remaja adalah instar tunggal antara instar anak terakhir dan instar dewasa pertama. Pada periode ini sekelompok telur pertama mencapai perkembangan penuh didalam ovarium. Segera setelah Daphnia ganti kulit pada akhir instar remaja memasuki instar dewasa pertama, sekelompok telur pertama dilepaskan kedalam ruang pengeraman. Selama instar dewasa pertama, kelompok telur kedua berkembang diovarium dan seterusnya. Untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada Gambar 42.

Setelah dapat membedakan antara individu *Daphnia* yang telur, anak, remaja dan dewasa maka selanjutnya adalah memilih individu yang dewasa sebagai calon bibit yang akan ditebarkan kedalam media kultur. Jumlah bibit yang akan ditebarkan kedalam media kultur sangat bergantung kepada volume media kultur . Padat penebaran bibit yang akan diinokulasi kedalam media kultur biasanya adalah 20 – 25 individu perliter.



Gambar 42. Siklus reproduksi *Daphnia* sp

Moina sp

Moina sp berdasarkan klasifikasinya dapat dimasukkan kedalam :

Filum : Arthropoda

Kelas : Crustacea

Subklas : Branchiopoda

Divisi : Oligobranchiopoda

Ordo : Cladocera

Famili : Moinaidae

Genus : *Moina*

Spesies: *Moina* sp

Adapun ciri khas *Moina* sp adalah membulat, garis tengah 0,9-1,8 mm, berwarna kemerahan. Mempunyai dinding tubuh tebal, terdiri dari cangkang tanpa duri. Kepala membulat, pada perut terdapat 10 silia dan punggungnya ditumbuhi rambut-rambut kasar. Seta pada bagian perut

memanjang serta mempunyai antena yang kuat dengan bulu yang kasar. Menurut Mudjiman (2008), *Moina* mempunyai bentuk tubuhbentuk tubuh yang pipih ke samping, dinding tubuh bagian punggung membentuk suatu lipatan sehingga menutupi bagian tubuh beserta anggota-anggota tubuh pada kedua sisinya.Bentuk tubuh ini tampak sepertisebuah cangkang kerang-kerangan.Cangkang di bagian belakang membentuk sebuah kantong yang berguna sebagai tempat penampungan dan perkembangan telur.*Moina* sp mempunyai ukuran bentuk tubuh 500-1.000 mikron meter.

Moina sp merupakan organisme yang bersifat planktonik dan bergerak aktif dengan alat geraknya yaitu kaki renang.*Moina* sp mempunyai perbedaan dengan jenis kutu air lainnya, namun antara *Moina* sp dengan *Daphnia* sp mempunyai sedikit perbedaan pada ukurannya,*Moina* sp 500-1000 mikron meter sedangkan *Daphnia* sp 1000-5000 mikron meter dan bentuknya pada *Moina* sp mempunyai ekor yang lebih panjang.

Moina sp merupakan zooplankton air tawar yang dapat hidup di sungai, parit, rawa-rawa, dan air tergenang. Plankton ini tersebar luas yang di sebabkan oleh aliran air dan terbawa oleh binatang lainnya.Hal ini di mungkinkan karena telur *Moina* sp tersebut mampu bertahan pada kondisi perairan yang sangat buruk, bahkan perairan yang sedikit berair. Apabila kondisi perairan telah memenuhi persyaratan untuk kehidupannya, maka telur-telur tersebut akan menetas (Mudjiman, 2008). Selanjutnya dijelaskan bahwa lingkungan yang mendukung pertumbuhan Moina sp adalah pada kisaran suhu 22 – 31 ^{o}C dan pH antara 6,6 – 7,4.
Menurut Chumadi et al (1992) perkembangbiakan *Moina* sp ada dua cara yaitu secara aseksual atau parthenogenesis, yaitu melakukan

penetasan telur tanpa dibuahi dan secara seksual (kawin). Pada kondisi perairan yang tidak baik, individu betina menghasilkan telur istirahat atau ephippium. Ephippium akan menetas apabila kondisi perairan membaik. *Moina* mulai menghasilkan anaknya pada umur empat hari, jumlah anaknya selama hidup dapat mencapai 211 ekor. Setiap kali beranak rata-rata berselang 1,25 hari, dengan rata-rata jumlah anak sekali keluar 32 ekor/hari. Umur hewan ini adalah 13 hari.

Perkembangan populasi *Moina* sp dapat terjadi pada kolam atau bak yang terbuat dari tanah, plastik, kaca, fiber glass, dan kombinasi bahan tersebut. Bahan-bahan logam seperti seng kurang baik bila di jadikan sebagai wadah kultur, karena akan mencemari air sebagai media hidupnya.Selain media kultur, yang perlu di perhatikan adalah bibit yang akan di gunakan. Bibit *Moina*sp yang akan di budidayakan sebaiknya yang tidak terlalu tua atau terlalu muda. Menurut Mudjiman (2008) bahwa Moina yang baik di gunakan sebagai bibit berukuran lebih dari 500 mikron meter, sehat, tidak lemah, dan tidak sedang bertelur.

Moina sp yang berkembang biak secara partenogenetik (telur berkembang tanpa dibuahi) akan menghasilkan telur sebanyak 10-20 butir, apabila lingkungan mendukung telur akan menetas menjadi hewan betina. Selain itu *Moina* sp dapat juga berkembang biak secara kawin. Dengan cara ini hewan betina akan menghasilkan telur sebanyak 1 – 2 butir. Perkembangan secara demikian terjadi apabila individu jantan terdapat dalam jumlah yang banyak bila di banding dengan individu betina, atau juga bisa terjadi apabila kondisi perairan tidak mendukung hewan betina untuk menghasilkan dan menetaskan telurnya sendiri.

Mudjiman (2008) menyatakan bahwa telur-telur yang di hasilkan oleh induk betina ditampung di dalam kantung telur yang terletak di atas punggung.Di dalam kantong telur, embrio berkembang terus sehingga ketika dikeluarkan sudah setengah dewasa. Selanjutnya dikatakan bahwa*Moina* sp akan menjadi dewasa dalam waktu 5 hari dari total umurnya yaitu 30 hari. Setiap dua hari sekali, *Moina* sp mampu menghasilkan anak sebanyak 33 ekor.Dengan demikian, keturunan yang di hasilkan selama hidupnya sebanyak 500 ekor.

Selanjutnya dikatakan bahwa di daerah beriklim dingin perkembang biakannya akan menghasilkan individu-individu jantan, sedangkan di daerah beriklim panas juga sering terjadi pergantian sistem perkembangbiakan dan dapat terjadi lebih dari satu kali perkembangbiakan secara kawin. Pertumbuhan Moina yang baik adalah pada suhu 14-30^{o}C, pH berkisar 6,5-9,0 dan jenis makanan yang baik untuk pertumbuhannya adalah bakteri. Kebiasaan makan Moina yaitu dengan menggerak-gerakkan alat tambahan yang ada di mulutnya. Bergeraknya alat-alat tambahan di mulut tersebut menyebabkan aliran air yang membawa makanan masuk ke dalam mulutnya.

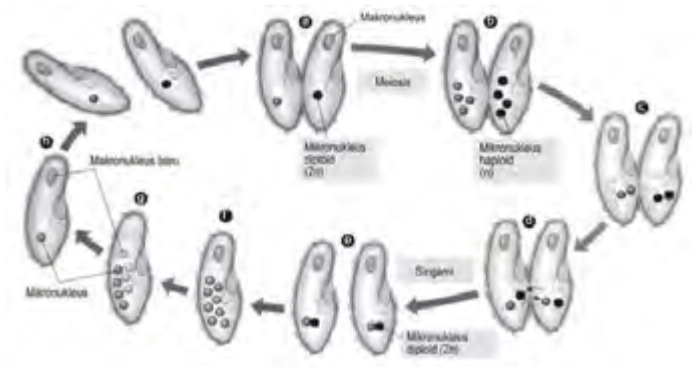
Paramecium caudatum

Paramecium caudatum melakukan pertukaran oksigen dengan jalan difusi. Infusoria merupakan salah satu anggota filum protozoa yang termasuk ke dalam subkekas ciliaata, yaitu hewan -hewan bersel satu yang di lengkapi dengan bulu – bulu getar (silia). lnfusoria merupakan pakan alami yang sangat cocok untuk larva ikan hias maupun ikan konsumsi pada awal kehidupannya. Jasad renik ini berukuran sangat kecil, hanya sekitar 0,04 – 0,1 mm. Infusoria sering berkelompok sehingga mudah dilihat. Gerombolan infusoria berwarna putih bagaikan susu. Pemberiannya dapat dilakukan hingga benih berumur 3 bulan.

Paramecium caudatum memperbanyak diri atau bereproduksi dengan cara aseksual dan seksual. Secara aseksual dengan pembelahan biner yaitu membelah menjadi dua secara mitosis, kemudian dilanjutkan oleh makronukleis secara amitosis. Tampak satu sel membelah menjadi 2, kemudian menjadi 4, 8, dan seterusnya. Pembelahan ini diawali dengan mikron meterukleus yang membelah dan diikuti oleh pembelahan makronukleus. Kemudian akan terbentuk 2 sel anak setelah terjadi penggentingan membran plasma. Perlu Anda ketahui masing-masing sel anak tersebut identik dan alat sel lainnya mempunyai dua nukleus sitoplasma.

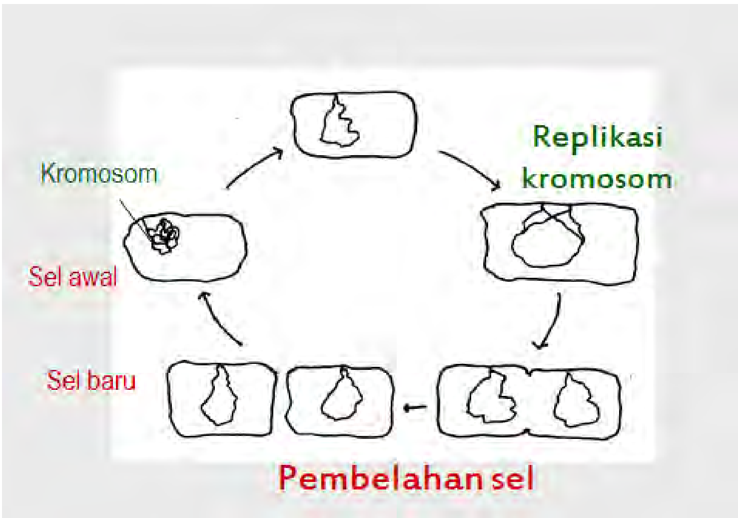
Selain itu dapat pula berkembang biak secara konjugasi (Jasin, 2007). Konjugasi pada *Paramecium* sebagai berikut:

a. *Paramaecium* berdekatan dan saling menempelkan bagian mulutnya
b. Mikron meterukleus membelah berturut-turut menjadi empat mikron meterukleus, makronukleusnya lenyap/menghilang
c. Tiga mikron meterukleus lenyap, satu mikron meterukleus membelah lagi menjadi dua mikron meterukleus yang berbeda ukurannya (besar dan kecil), kemudian mikron meterukleus yang kecil dipertukarkan antar dua *Paramaecium* yang berlekatan tadi sehingga menghasilkan zigot nukleus. Setelah itu *Paramaecium* memisah.
d. Selanjutnya zigot nukleus membelah tiga kali berturut-turut menghasilkan delapan inti baru
e. Kemudian tiga inti lenyap, empat inti bergabung menjadi makronukleus dan satu inti menjadi mikron meterukleus.
f. Pada akhirnya *Paramaecium* akan membelah dua kali berturut-turut yang menghasilkan empat *Paramaecium* baru.

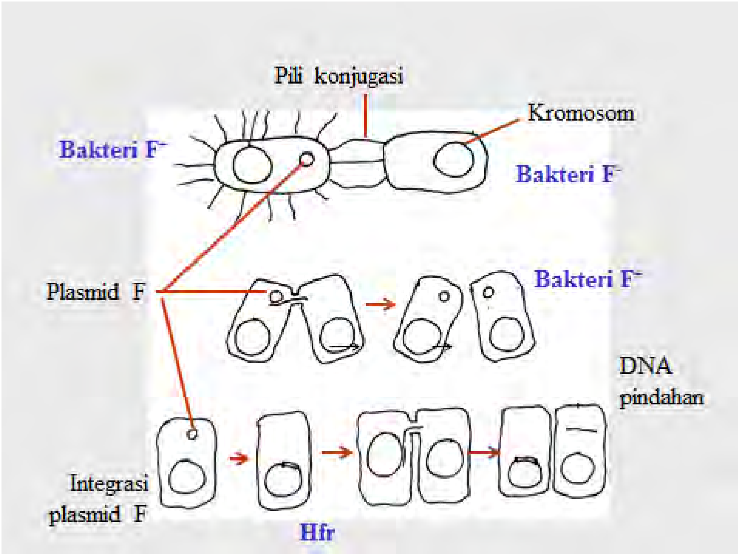


Gambar 43. Konjugasi pada *Paramecium caudatum*

.



Gambar 44. Reproduksi *Paramecium* dengan pembelahan Biner



Gambar 45.Reproduksi *Paramecium* dengan Konyugasi

2. Siklus hidup dan perkembangbiakan benthos

Jenis benthos yang sudah dapat dibudidayakan secara massal dan dipergunakan sebagai pakan alami ikan hias dan ikan konsumsi air tawar adalah *Tubifex* dan larva *Chironomus*. Oleh karena itu dalam buku teks ini akan dibahas tentang kedua jenis pakan alami tersebut.

Siklus hidup dan perkembangbiakan *Tubifex*

Identifikasi *Tubifex* perlu dilakukan agar tidak terjadi kesalahan dalam melakukan inokulasi. *Tubifex* merupakan salah satu jenis benthos yang hidup didasar perairan tawar didaerah tropis dan subtropis. Berdasarkan klasifikasinya *Tubifex* sp dapat dimasukkan kedalam :

Filum : Annelida

Kelas : Oligochaeta

Ordo : Haplotaxida

Famili : Tubificidae

Genus : *Tubifex*

Spesies : *Tubifex sp.*

Morfologi *Tubifex* dapat dilihat secara langsung dibawah mikroskop, ciri khasnya yang sangat mudah untuk dikenali adalah tubuhnya berwarna merah kecoklatan karena banyak mengandung haemoglobin. Tubuh terdiri dari beberapa segmen berkisar antara 30 – 60 segmen. Pada setiap segmen di bagian punggung dan perut akan keluar seta dan ujungnya bercabang dua tanpa rambut. Bentuk tubuh agak panjang dan silindris mempunyai dinding yang tebal terdiri dari dua lapis otot yang membujur dan melingkar sepanjang tubuhnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 46.



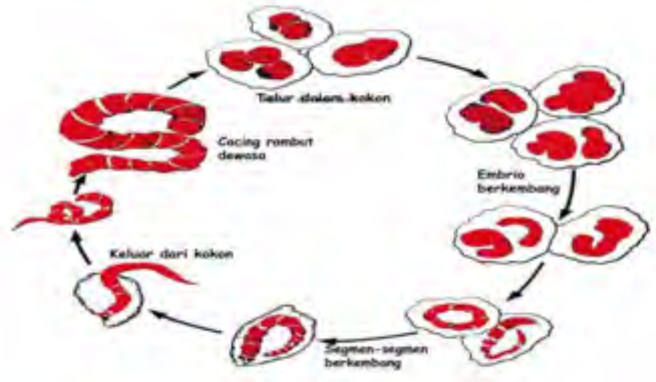
Gambar 46. *Tubifex* sp

Langkah selanjutnya setelah dapat mengidentifikasi jenis Tubifex yang akan ditebar kedalam media kultur adalah melakukan pemilihan terhadap bibit Tubifex. Pemilihan bibit Tubifex yang akan ditebar kedalam media kultur harusdilakukan dengan tepat. Bibit yang akan ditebar kedalam media kultur harus yang sudah dewasa. Tubifex

dewasa berukuran 30 mm, anak pertama sebesar 0,8 mm dihasilkan secara hermaprodit.

Perkembangbiakan *Tubifex* di dalam media kultur dapat dilakukan dengan cara asexual yaitu pemutusan ruas tubuh dan pembuahan sendiri (Hermaphrodit). Telur cacing rambut dihasilkan didalam kokon yaitu suatu bangunan yang berbentuk bulat telur, panjang 1,0 mm dan garis tengahnya 0,7 mm. Kokon ini dibentuk oleh kelenjar epidermis dari salah satu segmen tubuhnya yang disebut klitelum. Telur yang terdapat didalam kokon ini akan mengalami proses metamorfosis dan akan mengalami pembelahan sel seperti pada umumnya perkembangbiakan embrio didalam telur yang dimulai dari stadia morula, blastula dan gastrula. Telur yang terdapat didalam kokon ini akan menetas menjadi embrio yang sama persis dengan induknya hanya ukurannya lebih kecil. Proses perkembangbiakan embrio didalam kokon ini biasanya berlangsung selama 10 – 12 hari jika suhu didalam media pemeliharaan berkisar antara 24 – 25 ^{o}C.

Induk *Tubifex* yang dapat menghasilkan kokon dan mengeluarkan telur yang menetas menjadi tubifex mempunyai usia sekitar 40 – 45 hari. Jumlah telur dalam setiap kokon berkisar antara 4 – 5 butir. Waktu yang dibutuhkan untuk proses perkembangbiakan telur didalam kokon sampai menetas menjadi embrio tubifex membutuhkan waktu sekitar 10 – 12 hari. Jadi daur hidup cacing rambut dari telur , menetas dan menjadi dewasa serta mengeluarkan kokon dibutuhkan waktu sekitar 50 – 57 hari. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar47.



Gambar 47. Daur hidup Tubifex (*Tubifex* sp)

Setelah dapat membedakan antara individu *Tubifex* yang bertelur, anak, remaja dan dewasa maka selanjutnya adalah memilih individu yang dewasa sebagai calon bibit yang akan ditebarkan kedalam media kultur. Jumlah bibit yang akan ditebarkan kedalam media kultur sangat bergantung kepada volume media kultur .

Siklus hidup dan perkembangbiakan Larva *Chironomus*

Larva *Chironomus* atau biasa disebut juga cacing darah karena warna tubuhnya merah seperti darah saat ini banyak dibudidayakan sebagai pakan alami. Dalam melakukan kultur cacing darah ini biasanya dilakukan bersamaan dengan melakukan kultur *Moina* sp.Hasil analisa menunjukkan bahwa cacing darah mengandung 9,3% bahan kering yang terdiri dari 62,5% protein, 10,4% lemak dan 11,6% abu dengan 15,4% bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN). Kandungan protein larva *Chironomus* yang sangat tinggi mencapai 60% yang dapat dicerna langsung oleh ikan, serta lemak 10% inilah yang mendukung kecepatan pertumbuhan ikan. Selain itu juga larva chironomus mengandung

pigmen karoten berupa astaxanthin yang mencerahkan warna pada ikan.

Proses perkembangbiakan larva *Chironomus* diawali dengan pemijahan atau perkawinan antara lalat jantan dan lalat betina.Setelah proses pemijahan, induk betina akan meletakkan massa telurnya di permukaan air yang akan tenggelam ke dasar perairan dan kemudian menetas menjadi larva. Siklus hidup dari telur hingga mencapai dewasa biasanya memakan waktu kurang dari satu minggu atau bahkan lebih dari setahun tergantung jenis spesies dan musim. Biasanya perkembangbiakan larva *Chironomus* dari telur menjadi imago membutuhkan waktu kurang lebih 7-8 hari dan mengalami beberapa kali fase atau tahapan.

Induk *Chironomus* meletakkan telurnya di tempat yang mengeluarkan aroma khas dari poses pembusukan bahan organik. Telur *Chironomus* ini selalu ditemukan pada pagi hari, sehingga dimungkinkan induk meletakkan massa telurnya pada malam hari. Massa telur *Chironomus* berisi 100 sampai 2000 butir telur dan akan menetas dalam waktu 24 sampai 36 jam.Setelah telur menetas akan keluar larva yang berbentuk memanjang seperti belatung. Berukuran 1 – 100 mm. kepala tersusun atas sklerotin, thorax tidak memiliki pasang kaki, tidak memiliki bakal sayap, abdomen 8 – 10 ruas.

Larva *Chironomus* mempunyai habitat akuatik dan bersifat saprofog atau dentrivor, ada beberapa jenis yang hidup dan membuat suatu tempat berbentuk tabung yang biasa ditemukan di dasar kolam atau bak air. Imago sebagian besar bersifat *nocturnal*, banyak ditemukan di sekitar cahaya. Larva akan hidup hingga 1 – 2 minggu yang kemudian akan berubah menjadi pupa. Sebelum masa inilah larva chironomus

atau dikenal juga sebagai cacing darah biasa dipanen sebagai pakan alami ikan. Setelah beberapa hari menjadi pupa, *Chironomus* akan keluar dari pupanya menjadi *Chironomus* dewasa yang berupa nyamuk pemakan nectar. *Chironomus* dewasa sendiri hanya bertahan hidup sekitar 2 – 3 hari.

Siklus hidup dan perkembangbiakan Maggot

Maggotmerupakan larva dari serangga *Hermetia illucens* (Diptera, famili: Stratiomydae) atau Black Soldier yang dapat mengkonversi material organik menjadi biomassnya. Disamping memiliki potensi sebagai sumber protein pakan, Maggot juga memiliki fungsi sebagai pakan alternatif. Salah satu keunggulan Maggot adalah dapat diproduksi sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Sebagai sumber protein hewani, Maggot juga berpotensi untuk mengganti tepung ikan yang semakin langka keberadaannya saat ini. Kandungan protein yang terdapat pada Maggot sangat tinggi sehingga Maggot sangat baik digunakan untuk mempercepat proses pertumbuhan pada ikan-ikan budidaya

Maggot saat ini belum banyak yang membudidayakannya karena merupakan salah satu jenis pakan alami yang masih baru dikembangkan oleh Balai Budidaya Ikan Hias Depok sebagai pengganti tepung ikan. Tepung ikan dipasaran selalu meningkat setiap tahun karena kebutuhan semakin meningkat seiring dengan peningkatan produksi akuakultur. Dengan menggunakan tepung dari Maggot ini telah dilakukan pengujian bisa menggantikan tepung ikan karena kadar protein yang terkandung di dalam tepung Maggot cukup tinggi. Maggot kaya nutrisi, kandungan protein Maggot mencapai 40%. Kadar ini lebih tinggi ketimbang nilai protein pelet buatan, sekitar 20 - 25% .Protein

penting bagi kelangsungan hidup ikan, terutama untuk pertumbuhan dan meningkatkan daya tahan tubuh terhadap penyakit.

Maggot alias belatung sebenarnya larva lalat *Hermetia illucens*. Namun, jangan dibayangkan rupa hermetia dewasa itu seperti lalat rumah *Musca domestica* atau lalat hijau *Lucia soricata*. Lalat hermetia berwarna hitam pekat sehingga dijuluki *black soldier*. Sosoknya mimikri - menyerupai bentuk - tabuhan *Trypoxylon politum*, sebangsa lebah. Hermetia dijumpai hidup di sela-sela tanaman penutup tanah wedelia *Wedelia trilobata* yang gampang ditemui di sekitar lingkungan tempat tinggal.

Saat menetas, larva instar pertama kira-kira 2 mm, panjang tumbuh sebelum shedding kulit sekitar 5 mm. Larva instar kedua tumbuh menjadi sekitar 10 mm sebelum mereka melepaskan kulit mereka menjadi larva instar ketiga. Larva instar ketiga tumbuh antara 15 mm dan 20 mm sebelum berkelana sebagai pra-kepompong.

Maggot (larva lalat) adalah mesin makan yang luar biasa. Ujung-ujung depan mereka dipersenjatai dengan mulut kait yang digunakan untuk mengoyak daging busuk/mayat. Ujung belakang mereka terdiri dari sebuah kamar, di mana anus mereka dan *posterior* terletak pada *spiracles.* (Mereka juga memiliki spiracles anterior). Spiracles digunakan untuk bernapas, dan kepemilikan spiracles di lokasi posterior membuat belatung dapat makan 24 jam sehari. Antara kepala dan ekor blatung terdapat otot, tersegmentasi tubuh, usus sederhana dan sepasang kelenjar ludah yang sangat besar. Mereka menggeliat dengan mudah melalui mayat, mensekresi enzim pencernaan dan menyebarkan bakteri pembusuk yang membantu menciptakan lingkungan tebal.

Soldier fly mengalami empat stadia perkembangan yaitu:

a. Telur: berwarna kekuningan dan dapat ditemukan di celah-celah atau tumpukan substrat.
b. Larva: mempunyai 20-25 instar dalam perkembangannya, dengan ukuran mencapai 2 cm, aktif memakan makanan yang busuk.
c. Pupa: bermigrasi ke tempat yang lembab.
d. Dewasa: meletakkan telurnya di dekat sumber makanan larva.

Pada hasil pengamatan di PPPPTK Pertanian Cianjur, telur Black Soldier terlihat terdapat pada media setelah 2 minggu dengan jumlah yang relatif sedikit. Hal ini bisa diakibatkan karena populasi lalat Black Soldier di lingkungan tempat kegiatan masih sedikit. Telur Black Soldierberwarna kekuningan berbentuk elips dengan panjang sekitar 1 mm. Warnanya akan berubah menjadi kecoklatan/gelap menjelang menetas dan menetas setelah 24 jam. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar48.



Gambar 48. Telur lalat *Black Soldier*

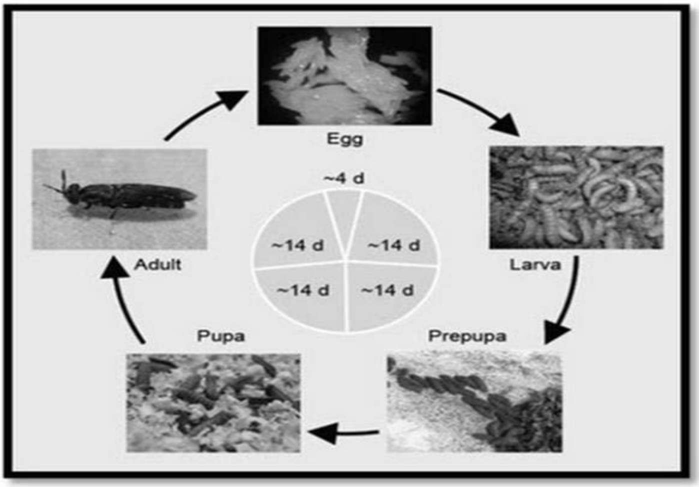
Larva *Black Soldier* (Maggot) berbentuk elips warna kekuningan dan hitam di bagian kepala. Pada kegiatan ini telur-telur tersebut tidak menetas. Hal ini terjadi karena media yang terdapat di dalam wadah menjadi lebih encer/meningkat kadar airnya karena tingkat kelembaban udara yang meningkat pada saat musim hujan. Untuk menciptakan atau menambah populasi lalat Black Soldier di tempat kegiatan maka didatangkan pupa lalat tersebut dari instansi lain dan kurang lebih 1 minggu kemudian pupa akan menetas menjadi lalat. Sehingga budidaya Maggot saat ini baru sampai penggandaan jumlah induk Maggot saja dan belum diperuntukkan sebagai pakan ikan.



Gambar 49. Pupa Serangga Black soldier (*Hermetia illucens*)



Gambar 50. Serangga Black soldier (*Hermetia illucens*)



Gambar 1. Siklus hidup lalat *Hermetia Illucense*

Gambar 51. Siklus hidup lalat

3. Refleksi

Siklus hidup dan perkembangbiakan pakan alami sangat berbeda untuk setiap kelompok pakan alami tersebut. Siklus hidup phytoplanton sangat pendek hanya dalam hitungan hari. Dalam satu siklus produksi phytoplankton ini tumbuh dan berkembang biak melalui proses fotosintesis bagi yang memiliki klorofil dan jenis phytoplankton yang lainnya melakukan perkembangbiakannya dengan cara seksual atau aseksual dengan pembelahan sel.Siklus hidup dan perkembangbiakan untuk kelompok zooplankton secara umum dibagi menjadi dua yaitu seksual dan aseksual. Perkembangbiakan secara seksual dilakukan jika dalam satu populasi terdapat individu jantan dan betina. Populasi individu jantan dan betina pada setiap zooplankton berbeda jumlahnya. Sehingga perkembangbiakan zooplankton ini dapat juga dilakukan secara aseksual yaitu parthenogenesis yaitu perkembangbiakan telur menjadi individu baru tanpa pembuahan telur dan menghasilkan telur diploid. Sedangkan siklus hidup dan

perkembangbiakan dari kelompok benthos yaitu cacing rambut mengalami perkembangbiakan dengan cara aseksual yaitu melakukan pemutusan filamen pada ruas tubuhnya. Jenis pakan alami dari kelompok benthos yaitu larva Chironomus melakukan perkembangbiakan induk jantan dan betina secara seksual tetapi telur yang dihasilan akan hidup dan berkembang di media yang banyak mengandung bahan organik sehingga dikelompokkan dalam organisme yang hidup di dasar perairan. Jenis pakan alami yang masih baru sebagai pakan alami alternatif adalah Maggot. Siklus hidup dan perkembangbiakannya sebenarnya hampir sama dengan larva Chironomus dimana dilakukan dari perkawinan dan telur yan dihasilkannya akan mengalami tahapan perkembangbiakan dari telur, larva, prepupa dan pupa. Dengan memahami siklus hidup dan pekembangbiakan pakan alami diharapkan siswa SMK dapat melakukan proses budidaya pakan alami secara massal sesuai kebutuhan ikan.

4. Tugas

a. Lakukan pengamatan tentang siklus hidup dan perkembangbiakan salah satu jenis phytoplankton yang banyak terdapat dilokasi sekolah dan buatlah laporan dari hasil pengamatan tersebut secara berkelompok!
b. Lakukan pengamatan tentang siklus hidup dan perkembangbiakan salah satu jenis zooplankton yang banyak terdapat dilokasi sekolah dan buatlah laporan dari hasil pengamatan tersebut secara berkelompok!
c. Lakukan pengamatan tentang siklus hidup dan perkembangbiakan salah satu jenis benthos yang banyak terdapat dilokasi sekolah dan buatlah laporan dari hasil pengamatan tersebut secara berkelompok!

5. Tes Formatif

Pilihlah salah satu jawaban yang Anda anggap paling benar dari pertanyaan dibawah ini:

1. Proses reproduksi sel diatom pada umumnya dilakukan dengan cara membelah diri dan ada dua katup yang dihasilkan yaitu :
   A. Ephitheca (dinding bagian dalam) dan Hypotheca (dinding bagian luar)
   B. Ephitheca (dinding bagian luar) dan Hypotheca (dinding bagian dalam)
   C. Ephidermal (dinding bagian luar) dan Hypodermal (dinding bagian dalam)
   D. Ephidermal (dinding bagian dalam) dan Hypodermal (dinding bagian luar)

2. Proses reproduksi *Skeletonema costatum* dilakukan secara aseksual dengan pembelahan sel, proses pembelahan sel tersebut terjadi dengan cara adalah:
   A. Cytoplasma terbagi menjadi dua bagian
   B. Protoplasma terbagi menjadi dua bagian
   C. Inti sel terbagi menjadi dua bagian
   D. Chloroplasma terbagi menjadi dua bagian

3. Perkembangbiakan phytoplankton secara aseksual dapat disebut dengan istilah:
   A. Gynogenesis
   B. Androgenesis
   C. Parthenogenesis
   D. Embriogenesis

2. Kelas Bacillariophyceae terdiri atas dua ordo yaitu diatom sentrik dan diatom penat, ciri-ciri diatom centrik adalah:
   A. Simetri Bilateral
   B. Bentuknya memanjang
   C. Bentuknya bulat, lonjong dan silindris
   D. Terdapat jalur tengah yang disebut raphe

3. Perkembangbiakan diatom apabila kondisi lingkungan tidak menguntungkan adalah:
   A. Pembelahan sel
   B. Pembentukan spora
   C. Reproduksi aseksual
   D. Parthenogenesis

4. Reproduksi phytoplankton jenis *Chlorella vulgaris* dapat dilakukan secara aseksual yaitu:
   A. Pembelahan sel
   B. Pembentukan spora
   C. Reproduksi seksual
   D. Pembentukan autospora

5. Pembelahan sporoplasma pada phytoplankton jenis *Chlorella vulgaris* dari 2 sel menjadi 4 sel, 3 sel menjadi 6 sel dan dari 6 sel menjadi 8 sel disebut dengan istilah yaitu:
   A. Autospora
   B. Aplanospora
   C. Oxospora
   D. Auxospora

6. Phytoplankton jenis *Chlorella vulgaris*mempunyai siklus hidup yang singkat berdasarkan hasil pengamatan umur hidup phytoplankton tersebut adalah:
   A. 4-14 hari
   B. 14-24 hari
   C. 24-34 hari
   D. 34-44 hari

7. Perkembangbiakan phytoplankton jenis *Spirulina plantesis* dilakukan dengan cara melakukan pemutusan filamen, proses pemutusan filamen disebut:
   A. Hormogenia
   B. Necridia
   C. Netcridia
   D. Hormogenesis

8. Perkembangbiakan phytoplankton jenis *Spirulina plantesis* dilakukan dengan cara melakukan pemutusan filamen , setelah proses pemutusan filamen maka akan membentuk koloni sel baru yang disebut:
   A. Hormogenia
   B. Necridia
   C. Netcridia
   D. Hormogenesis

9. Perkembangbiakan *Tetraselmis chuii* dapat dilakukan dengan reproduksi secara aseksual dengan melakukan.....
   A. Fragmentasi
   B. Pembelahan sel
   C. Pembentukan zygot
   D. Parthenogenesis

10. Sel gamet jantan dan gamet betina *Tetraselmis chuii* ada yang mempunyai ukuran berbeda, hal tersebut dalam ilmu planktonologi disebut dengan istilah:
    A. Anisogemet
    B. Isogamet
    C. Angamet
    D. Zygot

11. Reproduksi *Tetraselmis chuii* secara seksual dilakukan dengan cara:
    A. Terjadinya pembelahan sel dan membentuk zoospora
    B. Terjadinya pembelahan sel dan membentuk zygospora
    C. Terjadinya fusi antara kedua gamet dan bersatunya chloroplas
    D. Terjadinya fusi antara kedua gamet dan berpisahnya chloroplas

12. Ukuran anak pertama hasil perkembangbiakan rotifera secara parthenogenesis adalah:
    A. 0,4 mm
    B. 0,6 mm
    C. 0,8 mm
    D. 1,0 mm

13. Perkembangbiakan rotifera secara seksual dapat terjadi jika terdapat individu jantan dan individu betina. Individu Betina pada rotifera ada yang menghasilkan telur dorman adalah:
    A. Betina Amiktik
    B. Betina Miktik
    C. Betina Mitosis
    D. Betina Amitosis

14. Jumlah telur yang dihasilkan oleh induk betina *Brachionus calycilforus* yan dikultur secara laboratorium adalah:
    A. 1-3 butir
    B. 3-6 butir
    C. 6-9 butir
    D. 9-12 butir

15. Perkembangbiakan *Artemia salina* jika kondisi lingkungan buruk maka telur yang dihasilkan akan berbentuk...
    A. Nauplius (Ovovivipar)
    B. Cyst (ovipar)
    C. Embrio (Ovovivipar)
    D. Nauplius (Ovipar)

16. Reproduksi *Artemia salina* secara biseksual dapat terjadi dengan cara ...
    A. Pembelahan sel
    B. Pembuahan
    C. Parthenogenetik
    D. Pemutusan Filamen

17. Perkembangbiakan *Daphnia* sp yang menghasilkan individu muda betina dilakukan secara...
    A. Seksual
    B. Aseksual
    C. Pembelahan sel
    D. Konjugasi

18. Reproduksi seksual *Daphnia* sp harus ada individu jantan. Individu jantan pada *Daphnia* sp akan terbentuk jika:
    A. Kondisi lingkungan minimal
    B. Kondisi lingkungan optimal
    C. Kondisi lingkungan maksimal
    D. Kondisi lingkungan memburuk

19. Telur *Daphnia* sp yang dihasilkan pada proses reproduksi secara seksual akan embentuk *resting egg* karena itu telur tersebut akan membentuk...
    A. Epitel
    B. Efipia
    C. Endodermis
    D. Epidermis

20. Perkembangbiakan *Daphnia* didalam wadah budidaya akuakultur dapat diperhitungan populasi yang dihasilkan, karena *Daphnia* secara umum mempunyai daur hidup yang singkat yaitu:
    A. 13-18 hari
    B. 18-23 hari
    C. 23-28 hari
    D. 28-33 hari

21. Individu Daphnia akan menjadi dewasa dan menghasilkan anak pertamanya pada umur...
    A. 2-4 hari
    B. 4-6 hari
    C. 6-8 hari
    D. 8-10 hari

22. Jumlah anak yang dihasilkan dalam satu kali reproduksi *Daphnia* sp adalah:
    A. 27-28 ekor
    B. 28-29 ekor
    C. 29-30 ekor
    D. 30-31 ekor

23. Perkembangbiakan *Paramecium caudatum* secara konjugasi akan menghasilkan individu baru setelah dua kali mengalami pembelahan sel adalah:
    A. 2
    B. 4
    C. 6
    D. 8

24. Perkembangbiakan *Tubifex* sp dapat dilakukan secara aseksual dilakukan dengan cara...
    A. Pemutusan ruas tubuh
    B. Pembuahan sendiri
    C. Pembentukan filamen
    D. Parthenogenesis

25. Perkembangbiakan *Tubifex* sp dapat dilakukan secara seksual dilakukan dengan cara...
    A. Pemutusan ruas tubuh
    B. Pembuahan sendiri
    C. Pembentukan filamen
    D. Parthenogenesis

26. Telur cacing rambut dihasilkan dalam suatu bangunan yang berbentuk bulat telur, panjang 1,0 mm dan garis tengah 0,7 mm disebut dengan...
    A. Epifia
    B. Kokon
    C. Klitelium
    D. Korteks

27. Salah satu segmen tubuh dari kokon yang dibentuk oleh kelenjar epidermis adalah:
    A. Epifia
    B. Kokon
    C. Klitelium
    D. Korteks

28. Proses perkembangbiakan embrio di dalam kokon pada cacing rambut berlangsung selama...
    A. 6-8 hari
    B. 8-10 hari
    C. 10-12 hari
    D. 12-14 hari

A. Kunci Jawaban Tes Formatif

No.	Jawaban	No.	Jawaban
1.	B	16.	B
2.	B	17.	B
3.	C	18.	B
4.	C	19.	B
5.	B	20.	D

6.	A	21.	B
7.	B	22.	D
8.	A	23.	B
9.	B	24.	C
10.	A	25.	B
11.	B	26.	A
12.	A	27.	B
13.	C	28.	B
14.	C	29.	C
15.	B	30.	C

B. Lembar Kerja Siswa Didik

Judul : Mengamati siklus hidup dan perkembangbiakan jenis-jenis pakan alami (phytoplankton, zooplankton dan benthos)

Waktu : 9 jam pembelajaran (9 X 45 menit)

Pendahuluan

Siklus hidup dan perkembangbiakan pakan alami sangat berbeda untuk setiap kelompok pakan alami tersebut. Siklus hidup phytoplanton sangat pendek hanya dalam hitungan hari. Phytoplankton melakukan perkembangbiakannya dengan cara seksual atau aseksual dengan pembelahan sel.Siklus hidup dan perkembangbiakan untuk kelompok zooplankton secara umum dibagi menjadi dua yaitu seksual dan aseksual. Perkembangbiakan secara seksual dilakukan jika dalam satu populasi terdapat individu jantan dan betina. Populasi individu jantan dan betina pada setiap zooplankton berbeda jumlahnya. Sehingga

perkembangbiakan zooplankton ini dapat juga dilakukan secara aseksual yaitu parthenogenesis yaitu perkembangbiakan telur menjadi individu baru tanpa pembuahan telur dan menghasilkan telur diploid. Sedangkan siklus hidup dan perkembangbiakan dari kelompok benthos yaitu cacing rambut mengalami perkembangbiakan dengan cara aseksual yaitu melakukan pemutusan filamen pada ruas tubuhnya. Jenis pakan alami dari kelompok benthos yaitu larva Chironomus melakukan perkembangbiakan induk jantan dan betina secara seksual tetapi telur yang dihasilan akan hidup dan berkembang di media yang banyak mengandung bahan organik sehingga dikelompokkan dalam organisme yang hidup di dasar perairan.

Tujuan

Siswa diklat diharapkan mampu pengamatan siklus hidup dan perkembangbiakan pakan alami jika disediakan peralatan dan wadahnya sesuai dengan persyaratan teknis.

Alat dan bahan

a. Wadah budidaya : toples, akuarium, galon aqua, bak
b. Inokulan : Chlorella sp, cyst artemia/rotifera/daphnia
c. Pupuk kultur Chlorella : urea, TSP dan KCl
d. Garam curah
e. Refractometer
f. Object Glass dan Cover Glass
g. Sedgewick rafter
h. Aquades
i. Formalin 4%
j. Lugol
k. Pipet tetes
l. Tissue

m. Mikroskop
n. Haemocytometer
o. Ragi instan
p. Klorin
q. Timbangan

Keselamatan kerja

a. Kenakan pakaian praktik dan gunakan sarung tangan jika memegang bahan-bahan yang bersifat keras.
b. Hati-hati dalam menggunakan peralatan listrik dan melakukan kegiatan

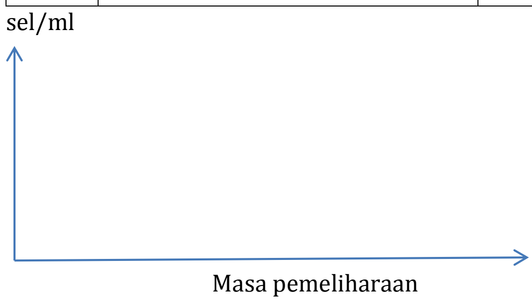
Langkah kerja

Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan tersebut!

a. Siapkan toples sebagi wadah budidaya Chlorella, lakukan sterilisasi toples dengan cara masukkan air yang mengandung klorin aktif 25 ppm beri aerasi kuat dan biarkan selama 24 jam. Kemudian bilas dan siap digunakan untuk budidaya.
b. Timbang pupuk dengan dosis pupuk Urea 800 ppm, TSP 15 ppm dan KCl 40 ppm.
c. Larutkan pupuk dengan air bersih yang ada dalam wadah budidaya.
d. Siapkan inokulan dan masukkan kedalam wadah budidaya.
e. Amati pertumbuhan Chlorella dengan cara menghitung kepadatan populasinya setiap hari. Catat hasil pengamatan dan buatlah kurva pertumbuhannya. Chlorella akan mencapai puncak populasi pada hari ke 7.
f. Amati siklus hidup dan perkembangbiakannya setiap hari dibawah mikroskop dan catat sesuai dengan format dibawah ini.

Tabel 5. Pengamatan Kepadatan Chlorella (sel/ml)

Hari ke-	Kepadatan Chlorella (sel/ml)	Gambar Perkembangbiakan Chlorella
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		



Gambar 52. Grafik pola pertumbuhan Chlorella

g. Perhitungan kepadatan mikroalga dengan Haemocytometer:

1) Siapkan haemocytometer dan mikroskop cahaya
2) Letakkan gelas penutup di atas haemocytometer yang sebelumnya telah dibersihkan
3) Ambil sampel kultur mikroalga dengan pipet kemudian teteskan disalah satu parit pada haemocytometer hingga penuh

4) Letakkan haemocytometer di bawah mikroskop, kemudian atur perbesaran (100X) hingga terlihat kotak-kotak tempat perhitungan dilakukan.
5) Perhitungan dilakukan pada bagian tengah yang terbagi lagi menjadi kotak-kotak kecil berjumlah 25 kotak.
6) Hitung jumlah sel yang berada dalam kotak tersebut.
7) Jika jumlah sel mikroalga terlalu padat, perhitungan dapat dilakukan hanya menghitung jumlah sel pada beberapa kotak yang dipilih secara acak dari 25 kotak tersebut atau dilakukan pengenceran sebelum dilakukan perhitungan.

h. Setelah Chlorella tumbuh dengan subur masukkan inokulan rotifera ke dalam media yang mengandung Chlorella dengan kepadatan 10 ekor/ml atau pelihara Rotifera dalam wadah terpisah dan lakukan pemeliharaan dengan memberikan ragi instan dengan dosis 0,25 gram/1 juta rotifera.
i. Beri aerasi namun jangan terlalu kuat. Pelihara rotifera selama 7 hari
j. Amati pertumbuhan rotifera dan siklus perkembangbiakannya.
k. Tetaskan cyst artemia sesuai standar prosedur operasional
l. Amati pertumbuhan dan perkembangbiakan cyst artemia dibawah mikroskop dan lakukan pencatatan seperti tabel diatas.

C. Penilaian (BELUM ADA)

1. Sikap (BELUM ADA)

2. Pengetahuan (BELUM ADA)

3. Keterampilan (BELUM ADA)

Kegiatan Pembelajaran 3 : Menerapkan metode pembibitan pakan alami

A. Deskripsi (BELUM ADA)

B. Kegiatan Belajar (BELUM ADA)

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari Buku Teks Bahan ajar Siswa tentang menerapkan metode pembibitan pakan alami (phytoplankton, zooplankton dan benthos), Siswa mampu:

a. Menjelaskan macam-macam alat dan bahan pembibitan pakan alami.
b. Memahami macam-macam media pembibitan pakan alami.
c. Melakukan teknik pembibitan pakan alami secara kultur murni.
d. Melakukan teknik pembibitan pakan alami secara kultur semi massal/intermediet.
e. Melakukan teknik pembibitan pakan alami secara kultur massal.

2. Uraian Materi

Setelah memahami berbagai jenis pakan alami yang sudah dapat dibudidayakan, kandungan nutrisi berbagai jenis pakan alami, teknik identifikasi pakan alami, siklus hidup dan perkembangbiakan pakan alami, maka selanjutnya siswa SMK harus dapat melakukan pembibitan pakan alami yang sudah dapat dibudidayakan. Sebelum dapat membibitkan pakan alami maka siswa SMK harus memahami berbagai macam peralatan dan bahan yang harus disiapkan untuk melakukan pembibitan pakan alami tersebut.

a. Peralatan dan bahan pembibitan pakan alami

Beberapa peralatan minimal yang dibutuhkan untuk melakukan pembibitan pakan alami antara lain adalah:

1) Plankton net
2) Mikroskop
3) Haemocytometer
4) Autoclave atau oven
5) Gelas ukur
6) Gelas piala
7) Tabung reaksi dan rak tabung reaksi
8) Pipet
9) Refraktometer
10) Erlenmeyer dan botol kultur
11) Timbangan digital
12) Bak kultur semi massal dan massal

Peralatan plankton net, mikroskop dan Haemocytometer telah dijelaskan pada pembelajaran sebelumnya. Pada pembelajaran ini akan dijelaskan beberapa peralatan yang belum dijelaskan, antara lain adalah autoclave, refraktometer, timbangan digital, dan peralatan gelas lainnya.

Autoclave

Autoclave adalah alat untuk mensterilkan berbagai macam alat dan media yang digunakan dalam mikrobiologi dengan menggunakan uap air panas bertekanan.Tekanan yang digunakan pada umumnya 15 Psi atau sekitar 2 atm dengan suhu 121^{o}C (250^{o}F). Jadi tekanan yang bekerja ke seluruh permukaan benda adalah 15 pon tiap inchi^{2} (15 Psi = 15 *pounds per square inch*). Medium yang akan disterilkan ditempatkan di dalam autoclave selama 15-20 menit, hal ini bergantung pada banyak sedikitnya barang yang perlu disterilkan. Medium yang akan disterilkan ditempatkan dalam beberapa botol yang agak kecil daripada dikumpul

dalam satu botol yang besar. Setelah pintu autoclave ditutup rapat, barulah kran pada pipa uap dibuka dan temperatur akan terus-menerus naik sampai 121°C. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 52.

Cara menggunakan autoclave:

a). Sebelum melakukan sterilisasi cek dahulu banyaknya air dalam autoclave. Jika air kurang dari batas yang ditentukan, maka dapat ditambah air sampai batas tersebut. Gunakan air hasil destilasi, untuk menghindari terbentuknya kerak dan karat.

b). Masukkan peralatan dan bahan yang akan dilakukan sterilisasi misalnya tabung reaksi, petridish/cawan petri yang dibungkus kertas steril. Jika mensterilisasi botol bertutup ulir, maka tutup harus dikendorkan agar kestrerilan alat didalamnya terjamin.

c). Tutup autoclave dengan rapat, pastikan tanda -> bagian atas persis dengan tanda -> juga yang bagian bawah supaya dapat tertutup sempurna, lalu kencangkan baut pengaman (mengencangkan ke arah kanan dan membuka kearah kiri alirannya). Lalu klep udara (ada dibagian atas) diposisikan tertidur dari tegak.

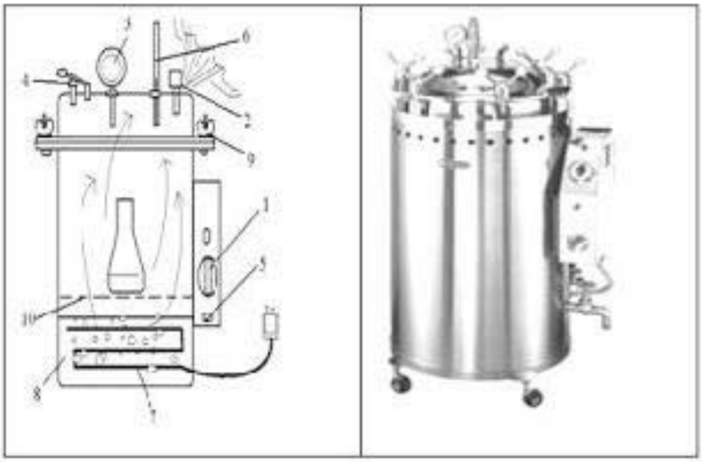
d). Nyalakan autoclave, diatur timer dengan waktu minimal 15 menit pada suhu 121°C (suhu optimal dimana mikroba akan terdenaturasi).

e). Tunggu sampai air mendidih biasanya membutuhkan waktu kurang lebih satu jam sehingga uapnya memenuhi kompartemen autoclavedan terdesak keluar dari klep pengaman. Kemudian klep pengaman ditutup (dikencangkan) dan tunggu sampai selesai. Penghitungan waktu 15’ dimulai sejak tekanan mencapai 2 atm.

f). Jika alarm tanda selesai berbunyi maka suhu sudah menunjukkan angka 121°C/lebih, naikkan klep uap/klep udara hingga udara/tekanan keluar semua, tunggu tekanan dalam kompartemen turun hingga sama dengan tekanan udara di lingkungan (jarum

pada preisure gauge menunjuk ke angka nol). Kemudian klep-klep pengaman dibuka dan keluarkan isi autoclave dengan hati-hati.

g. Turunkan lagi tuas on/off agar dalam posisi off lalu copot kabelnya.



Gambar 53. Autoclave

Keterangan Gambar

Diagram autoclave vertical

1. Tombol pengatur waktu mundur (*timer*)
2. Katup pengeluaran uap
3. pengukur tekanan
4. kelep pengaman
5. Tombol *on-off*
6. Termometer
7. Lempeng sumber panas
8. Aquades (dH_2O)
9. Sekrup pengaman
10. batas penambahan air

Peralatan Gelas

Cawan Petri atau telepa Petri adalah sebuah wadah yang bentuknya bundar dan terbuat dari plastik atau kaca yang digunakan untuk membiakkan sel. Cawan Petri selalu berpasangan, yang ukurannya agak kecil sebagai wadah dan yang lebih besar merupakan tutupnya. Cawan Petri dinamai menurut nama penemunya pada tahun 1877, yaitu Julius Richard Petri (1852-1921), ahli bakteri berkebangsaan Jerman. Alat ini digunakan sebagai wadah untuk penyelidikan tropi dan juga untuk mengkultur bakteri, khamir, spora,atau biji-bijian dan lain sebagainya. Cawan Petri plastik dapat dimusnahkan setelah sekali pakai untuk kultur bakteri.

Cawan petri tersedia dalam berbagai macam ukuran, diameter cawan yang biasa berdiameter 15 cm dapat menampung media sebanyak 15-20 ml, sedangkan cawan berdiameter 9 cm kira-kira cukup diisi media sebanyak 10 ml. Cawan petri biasanya disterilkan bersamaan dengan kertas saring di dalamnya. Cawan petri perlu dicuci bersih kemudian dikeringkan, setelah kering dibungkus dengan kertas putih cokelat untuk disterilisasi dengan oven. Alat ini dapat berfungsi untuk pembuatan kultur media pakan alami secara kultur murni.

Tabung reaksi

Tabung reaksi berfungsi sebagai tempat media pertumbuhan mikroba dalam bentuk media tegak atau miring yang disumbat dengan kapas, dibulatkan lalu disterilkan dengan kapas berada tetap di atasnya dan diikat. Tabung reaksi ini bisa digunakan untuk membuat kultur murni dengan media agar atau media cair jika sudah diperoleh monospesies. Tabung reaksi dapat diisi media padat maupun cair. Tutup tabung reaksi dapat berupa kapas, tutup metal, tutup plastik atau aluminium foil. Media

padat yang dimasukkan ke tabung reaksi dapat diatur menjadi 2 bentuk menurut fungsinya, yaitu media agar tegak (*deep tube agar*) dan agar miring (*slants agar*). Untuk membuat agar miring, perlu diperhatikan tentang kemiringan media yaitu luas permukaan yang kontak dengan udara tidak terlalu sempit atau tidak terlalu lebar dan hindari jarak media yang terlalu dekat dengan mulut tabung karena memperbesar resiko kontaminasi.Tabung reaksi yang disterilkan di dalam autoclave harus ditutup dengan kapas dan aluminium foil.

Labu Erlenmeyer (Erlenmeyer Flask)

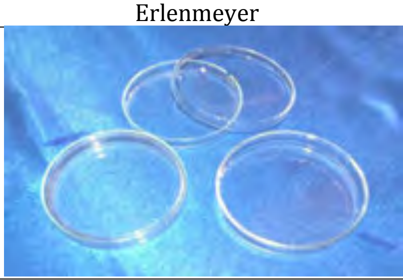
Labu Erlenmeyer berfungsi untuk menampung larutan, bahan atau cairan. Labu Erlenmeyer dapat digunakan untuk meracik dan menghomogenkan bahan-bahan komposisi media, menampung akuades, kultivasi mikroba dalam kultur cair, dan lain sebagainya. Terdapat beberapa pilihan berdasarkan volume cairan yang dapat ditampungnya yaitu 25 ml, 50 ml, 100 ml, 250 ml, 300 ml, 500 ml, 1000 ml, dan sebagainya. Alat ini dapat disterilisasikan dengan ditutup terlebih dahulu bagian atas dengan kapas, lalu disterilisasi dengan menggunakan autoclave.

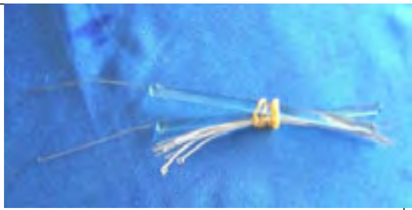
Jarum Inokulum/ose

Ose berfungsi untuk memindahkan atau mengambil koloni suatu mikrobia ke media yang akan digunakan kembali. Ose terdiri dari ose lurus untuk menanam dan ose bulat untuk menggores yang biasanya berbentuk zig-zag. Jarum inokulum biasanya terbuat dari kawat Nichrome atau Platinum sehingga dapat berpijar jika terkena panas. Bentuk ujung jarum dapat berbentuk lingkaran (*loop*) dan disebut ose atau *inoculating loop/transfer loop*, dan yang berbentuk lurus disebut *inoculating needle/Transfer needle*. *Inoculating loop* cocok untuk

melakukan *streak* di permukaan agar, sedangkan *inoculating needle* cocok digunakan untuk inokulasi secara tusukan pada agar tegak (*stab inoculating*).

Prinsip kerjanya yaitu ose disentuhkan pada sampel air yang akan di lakukan pengamatan kemudian digosokkan pada media agar dengan cawan petri atau media agar dengan tabung reaksi. Cara penggoresannya adalah zigzag. Berbagai macam peralatan gelas yang dibutuhkan pada saat melakukan pembibitan pakan alami dapat dilihat pada Gambar 53.

	
Erlenmeyer	Pipet
	
Cawan Petri	Tabung reaksi dan rak tabung reaksi

	
Jarum ose	Obyek Glass

Gambar 54. Peralatan Gelas

Timbangan Elektrik



Gambar 55.Timbangan elektrik

Alat ini berfungsi untuk menimbang bahan yang akan digunakan dalam membuat kultur murni pakan alami dengan tingkat ketelitian yang tinggi. Prinsip kerjanya yaitu meletakkan bahan pada timbangan tersebut kemudian melihat angka yang tertera pada layar, dan angka itu merupakan berat dari bahan yang ditimbang. Jangan lupa sebelum melakukan penimbangan lakukan kalibrasi alat dengan menekan tombol "Tare".

Oven

Alat ini digunakan untuk sterilisasi alat-alat yang tahan terhadap panas tinggi misalnya cawan petri, tabung reaksi, labu Erlenmeyer, dan lain-lain. Alat ini umumnya dilengkapi termometer. Prinsip kerjanya yaitu alat-alat yang ingin disterilkan dibungkus dalam kertas kemudian dimasukkan dalam oven lalu ditutup. Setelah itu mengaktifkan tombol power dan mengatur suhu yang diinginkan. Temperatur yang digunakan untuk alatini umumnya $180^{0}C$ selama 2 jam. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 55.



Gambar 56. Oven Listrik

Bunsen

Salah satu alat yang berfungsi untuk menciptakan kondisi yang steril adalah pembakar bunsen. Untuk sterilisasi jarum ose atau yang lain, bagian api yang paling cocok untuk memijarkannya adalah bagian api yang berwarna biru (paling panas). Perubahan bunsen dapat menggunakan bahan bakar gas atau metanol. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 56.



Gambar 57.Bunsen

b. Media Pembibitan Pakan Alami

Jenis phytoplankton yang banyak dibudidayakan pada usaha budidaya perikanan laut adalah *Chlorella*, *Tetraselmis* dan *Skeletonema costatum*. Dari ketiga jenis phytoplankton tersebut secara proses pembuatan medianya hampir sama yang membedakannya adalah jenis pupuk dan volume media yang digunakan. Media tempat tumbuhnya phytoplankton ini dapat dikelompokkan dalam tiga tahap kegiatan yaitu isolasi dan teknik kultur murni di laboratorium, teknik kultur skala semi massal dan teknik kultur skala massal.

Media Kultur murni

Teknik kultur phytoplankton dalam skala laboratorium dilakukan dalam ruangan tertutup dan ber-AC. Hal ini diperlukan agar suhu selalu terkendali dan mencegah kontak dengan lingkungan luar yang dapat menyebabkan kontaminasi sehingga mengurangi kemurnian phytoplankton yang dikultur. Sumber cahaya yang digunakan agar proses

fotosintesis terjadi adalah lampu neon TL dengan kekuatan cahaya 2000 – 8000 lux, sedangkan sumber aerasi menggunakan HI-Blower tersendiri yang dilengkapi dengan saringan untuk memperkecil kontaminasi.

Ruang kultur skala laboratorium dilengkapi dengan peralatan untuk kultur seperti kegiatan isolasi, sterilisasi dan kegiatan kultur murni. Peralatan kerja harus diletakkan secara teratur dan tertata rapi sehingga akan memudahkan dalam melakukan kegiatan kultur murni. Jenis peralatan minimal yang harus disediakan pada ruang kultur murni skala laboratorium tertera pada Tabel 4.

Tabel 6. Peralatan minimal pada laboratorium kultur murni

No.	Jenis Peralatan
1.	Botol 0,5-20 l
2.	Erlenmeyer 2000 ml
3.	Pipet
4.	Beaker glass
5.	Pipa glass
6.	Cawan petri
7.	Tabung reaksi 20 ml dan rak tabung reaksi
8.	Lampu TL 10-40 watt
9.	Refraktometer
10.	Termometer
11.	Mikroskop
12.	Autoclave
13.	Oven
14.	Refrigerator
15.	Timbangan digital
16.	Haemocytometer

17.	Plankton net
18	Jarum ose
19.	Selang aerasi, batu timah dan batu aerasi
20.	Ember dan gayung plastik
21.	pH meter
22.	DO meter
23.	Blower

Metode kultur murni phytoplankton di laboratorium untuk memperoleh satu jenis phytoplankton (monospesies) dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu :

1) Metode media agar
2) Metode subkultur
3) Metode pengenceran berseri
4) Metode pipet kapiler

Metode media agar

Metode media agar adalah suatu metode pemurnian individu dari suatu sampel perairan dengan cara membuat kultur murni dengan menggunakan media agar . Media yang digunakan pada saat inokulasi adalah media agar yang dilengkapi dengan larutan nutrien pengkaya , larutan *trace element* dan vitamin. Media nutrient tersebut mengandung bahan-bahan kimia yang digunakan untuk sintesis protoplasma pada proses kulturnya. Setelah media kultur skala laboratorium disiapkan langkah selanjutnya adalah melakukan penebaran bibit pakan alami (Gambar 57).

Sumber nutrient yang digunakan untuk tumbuhnya phytoplankton dalam kultur murni digunakan bahan kimia Pro Analis (PA) dengan dosis

pemakaian 1 ml/liter kultur. Pupuk yang umum digunakan adalah pupuk Conwy dan pupuk Guillard . Pupuk Conwy digunakan untuk phytoplankton hijau sedangkan pupuk Guillard untuk phytoplankton coklat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5 dan 6. Jenis pupuk yang akan digunakan untuk melakukan kultur murni beberapa jenis phytoplankton sangat bermacam-macam biasanya jenis medium yang digunakan disesuaikan dengan jenis phytoplankton yang akan dikultur secara murni. Pada Tabel 5 dan 6 merupakan komposisi nutrien yang biasa digunakan untuk membuat medium pada jenis phytoplankton dari air laut. Untuk jenis phytoplankton dari perairan tawar dapat dilakukan dengan komposisi nutrien yang berbeda. Berdasarkan hasil penelitian ada beberapa komposisi nutrien untuk membuat medium pada phytoplankton air tawar antara lain adalah media Benneck, media Demer dan media Bristole. Untuk lebih jelasnya komposisi ketiga media tersebut dapat dilihat pada Tabel 7.









Gambar 58. Proses pembuatan media agar dan inokulasi

Tabel 7. Komposisi pupuk pada media stok murni kultur algae

No.	Bahan kimia	Pupuk Conwy/Wayne	Pupuk Guillard
1.	EDTA	45 gram	10 gram
2.	$NaH_2PO_4.2H_2O$	20 gram	10 gram
3.	$FeCl_3.6H_2O$	1,3 gram	2,9 gram
4.	H_3BO_3	33,6 gram	-
5.	$MnCl_2.4H_2O$	0,36 gram	3,6 gram
6.	$NaNO_3$	100 gram	100 gram
7.	$Na_2SiO_3.9H_2O$	-	5 gram/30 ml
8.	Trace Metal Solution	1 ml	1 ml
9.	Vitamin	1 ml	1 ml
10.	Aquades sampai	1000 ml	1000 ml

Tabel 8. Komposisi Trace Metal Solution

No.	Bahan kimia	Pupuk Conwy/Wayne	Pupuk Guillard
1.	$ZnCL_2$	2,1 gram	-
2.	$CuSO_4$. 5 H_2O	2,0 gram	1,96 gram
3.	$ZnSO_4$. 7 H_2O	-	4,40 gram
4.	$CoCl_2$. 6 H_2O	2,0 gram	2,00 gram
5.	$(NH_4)_6$. Mo_7O_{24}. 4 H_2O	0,9 gram	1,26 gram
6.	Aquabides sampai	100 ml	100 ml

Tabel 9. Komposisi pupuk pada phytoplankton air tawar (*Chlorella* sp)

No.	Bahan kimia	Media Benneck	Media Demer	Media Bristole
1	$MgSO_4$	100 mg/l	550 mg/l	-
2	KH_2PO_4	200 mg/l	250 mg/l	7 g/400ml
3	$NaNO_3$	500 mg/l	-	10g/400 ml
4	$FeCl_3$	Sedikit	-	-
5	$Ca(NO_3)_2$	-	1000 mg/l	-
6	KCl	-	250 mg/l	-
7	$CaCl_2.2H_2O$	-	-	1 g/400ml
8	$MgSO_4,7H_2O$	--	-	3 g/400ml
9	K_2HPO_4	-	-	3 g/400ml
10	NaCl	-	-	1 g/400ml

Pada metode agar ini peralatan yang digunakan adalah mikroskop, peralatan gelas (erlemeyer, beker glass, toples, petri dish, pipet, tabung reaksi), alat penghitung plankton (Haemocytometer, hand counter), alat ukur kualitas air (termometer, refraktometer, pH meter dll), timbangan, oven/autoclave, lemari es, air conditioner, blower, lampu neon. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan selain bahan-bahan yang

digunakan untuk membuat pupuk ditambah lagi agar difco, formalin, aquades, alkohol, air laut steril.

Kegiatan yang dilakukan dalam melakukan kultur murni untuk semua metode adalah hampir sama, dalam metode media agar kegiatan yang harus dilakukan antara lain adalah :

1) Sterilisasi peralatan dan bahan
2) Pembuatan media agar
3) Kultur di media agar
4) Kultur di media cair
5) Pembuatan pupuk
6) Penghitungan phytoplankton
7) Penyimpanan

Sterilisasi peralatan dan bahan yang akan digunakan dapat dilakukan dengan cara :

1) Air laut yang akan digunakan dilakukan sterilisasi dengan berbagai cara diantaranya adalah perebusan selama 10 menit, dengan memberikan sinar ultraviolet atau ozonisasi, penyaringan dengan menggunakan plankton net ukuran 15 mikron meter atau pemberian larutan Chlorine 60 ppm, kemudian diaduk rata selama beberapa menit dan dinetralkan dengan Natrium Thiosulfat 20 ppm.
2) Sedangkan peralatan yang akan digunakan juga dapat dilakukan sterilisasi dengan beberapa cara diantaranya adalah perebusan, perendaman dalam larutan kaporit/chlorine 150 ppm, pemberian alkohol, diautoclave dengan temperature $100^{o}C$ dengan tekanan 1 atm selama 20 menit atau di oven.

Sterilisasi alat dan bahan yang akan dipergunakan dalam kultur murni ini bertujuan untuk membunuh miroorganisme yang tidak diinginkan dan

mengoptimalkan pertumbuhan pytoplankton tersebut. Sterilisasi dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu sterilisasi basah, sterilisasi panas dan sterilisasi kimia.

Sterilisasi basah adalah metode sterilisasi yang dilakukan dengan cara perebusan. Botol-botol kultur dan peralatan lain yang akan digunakan direbus dengan air mendidih selama kurang lebih dua jam. Tujuan perebusan ini adalah untuk mensterilisasikan bakteri-bakteri yang dapat mengakibatkan kontaminasi terhadap organisme yang dikultur.

Sterilisasi panas adalah metode sterilisasi dengan menggunakan alat autoclave atau oven. Sterilisasi dengan autoclave pada dasarnya menggunakan uap panas bertekanan tinggi sedangkan sterilisasi menggunakan oven adalah sterilisasi yang menggunakan udara panas. Sterilisasi model ini biasanya digunakan untuk mensterilisasikan alat-alat dan botol kultur yang etrbuat dari gelas. Botol-botol yang bisa dimasukkan ke dalam autoclave maupunoven adalah peralatan gelas yang berukuran kecil. Sterilisasi dengan autoclave dilakukan dengan cara semua peralatan tersebut sebelumnya dicuci bersih menggunakan sabun dan dibilas. Setelah pencucian dan pembilasan dengan air bersih, peralatan dimasukkan ke dalam autoclave selama kurang lebih 1 jam.

Sterilisasi dengan autoclave dapat juga dilakukan untuk media kultur, dimana media kultur ini dimasukkan ke dalam botol erlemeyer dan botol erlemeyer yang berisi media kultur ditutup dengan kapas atau gabus dan dilapisi lagi dengan kertas alumunium dan diikat dengan karet gelang atau diselotip. Kemudian botol erlemeyer tersebut disusun secara rapi untuk dimasukkan ke dalam autoclave.

Sterilisasi secara kimia adalah metode sterilisasi dengan menggunakan bahan kimia antara lain adalah HCl, HgCl, Alkohol, Formalin, Phenol dan Chlorin. Sterilisasi secara kimia ini biasanya dilakukan pada semua peralatan yang berukuran besar yang tidak dapat dilakukan sterilisasi dengan menggunakan autoclave dan oven serta perebusan.

Setelah peralatan dan bahan yang akan digunakan disterilisasi langkah selanjutnya adalah membuat media agarnya dengan cara :

1) Bahan yang akan digunakan untuk membuat media agar adalah 1,5 gram Bacto agar dalam 100 ml air laut ditambah dengan pupuk Conwy untuk green algae dan pupuk Silikat untuk Diatomae.
2) Panaskan agar dan media tersebut dengan menggunakan *hotplate* atau microwave sampai cairannya mendidih dan masukkan kedalam autoclave pada suhu 120^{o}C dengan tekanan 1 atm selama 20 menit .
3) Biarkan agak dingin sebentar kemudian tambahkan vitamin setelah itu larutan agar dan pupuk tersebut dituangkan kedalam petridish atau tabung reaksi dan dibiarkan sampai dingin dan membeku kemudian simpan di dalam lemari es.

c. Teknik pembibitan secara kultur murni

Langkah selanjutnya adalah melakukan kultur murni/isolasi plankton pada media agar yang telah disiapkan sebelumnya. Adapun langkah yang harus dilakukan adalah:

1) Ambil contoh air plankton dengan jarum ose yang telah dipanaskan/disterilisasi dan oleskan kepermukaan media agar, pengolesan jarum ose pada media agar ini dilakukan dengan cara zigzag, kemudian tutup dan simpan media agar yang telah digoresi dengan plankton pada suhu kamar dibawah sinar cahaya lampu neon secara terus menerus.

2) Biarkan media tersebut dan biasanya inokulum akan tumbuh setelah 4 – 7 hari dilakukan penggoresan dengan terlihatnya koloni plankton yang tumbuh pada media agar tersebut. Amati dibawah mikroskop koloni tersebut dan ambil koloni yang diinginkan dan dikultur pada media agar miring dalam tabung reaksi yang akan digunakan sebagai bibit.
3) Koloni murni ini selanjutnya diinkubasi pada ruangan ber AC.



Gambar 59. Kultur murni pada tabung reaksi



Gambar 60. Penyimpanan Tabung reaksi dibawah sinar lampu

Setelah diperoleh koloni murni pada tabung reaksi langkah selanjutnya adalah melakukan kultur koloni plankton yang diperoleh tersebut pada media cair. Kultur murni dimedia cair ini dapat dilakukan dengan berbagai macam media yang sudah biasa dilakukan. Adapun prosedur yang harus dilakukan adalah :

1) Siapkan erlemeyer yang telah disterilisasi
2) Masukkan air laut dan pupuk sesuai dengan media yang diinginkan pada setiap jenis phytoplankton
3) Lakukan inokulasi bibit phytoplankton dari hasil kultur murni
4) Amati pertumbuhan phytoplankton tersebut dengan menghitung kepadatan populasi phytoplankton.



Gambar 61. Kultur murni pada erlenmeyer

Media yang akan digunakan sebagai pupuk pada media agar ini banyak sekali macamnya antara lain adalah media Zarrouk, media Berneck, media Ddetmer, media Allan Miquel, media Mollish dan media TMRL.

Volume media kultur murni biasanya adalah bertahap mulai dari isolasi dalam tabung reaksi volume 10 – 15 ml, kemudian dipindahkan pada botol erlemeyer dengan volume yang bertahap dari100 ml , 250 ml, 500

ml dan botol kultur 1 liter yang kemudian dikembangkan dari ukuran 2 liter sampai 30 liter.

Metode subkultur

Metode subkultur adalah suatu metode mengisolasi mikroalga dimana metode ini dapat digunakan jika mikroalga yang kita inginkan bukan mikroalga yang dominan. Peralatan yang digunakan dalam mengisolasi phytoplankton dengan metode ini adalah mikroskop, pipet, autoclave, oven, Haemocytometer, gelas ukur, gelas piala dan tabung rekasi. Bahan-bahan yang digunakan adalah medium Bristole, air tanah, akuades, vitamin B12, vitamin B6, vitamin B1 dan sampel air kolam.

Adapun prosedur yang digunakan dalam metode subkultur ada dua tahapan yaitu pertama melakukan sterilisasi peralatan dan bahan yang akan digunakan , kedua adalah melakukan isolasi.
Sterilisasi dilakukan pada semua alat dan bahan yang akan digunakan dalam kultur mikroalga/ phytoplankton. Untuk peralatan gelas seperti pipet, gelas ukur, gelas piala dan tabung reaksi dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1) Mencuci semua peralatan tersebut dengan menggunakan sabun yang tidak mengandung deterjen kemudian dibilas sampai bersih.
2) Bilaskan peralatan pada point satu dengan menggunakan HCl 0,1 N dan kemudian dibilas kembali dengan akuades.
3) Biarkan peralatan tersebut kering udara
4) Setelah peralatan kering udara masukkan peralatan tersebut ke dalam autoclave dengan suhu 120^{o}C dengan tekanan 1 atm selama 20 menit atau menggunakan oven dengan suhu 150^{o}C selama 1 jam.
5) Sedangkan untuk bahan yang akan digunakan sebagai media kecuali vitamin, sterilisasi dilakukan dengan cara memakai autoclave pada

suhu 120°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit. Karena pemanasan dapat merusak vitamin maka larutan ini disterilisasikan dengan menggunakan metode penyaringan.

Isolasi mikroalga dengan menggunakan metode subkultur dapat dilakukan dengan mengikuti prosedur sebagai berikut :

1) Siapkan air tanah dengan melarutkan 1 sendok teh tanah kering dalam 200 ml air, kemudian tempatkan dalam wadah yang tertutup. Kukus media selama dua jam pada dua hari berturut-turut, kemudian dinginkan dalam suhu ruang atau di lemari es selama 24 jam sebelum digunakan.
2) Buat medium air tanah dengan cara mencampurkan 960 ml medium Bristol dengan 40 ml air tanah.
3) Ambil masing-masing 1 ml sampel air kolam kemudian encerkan 10 kali
4) Ambil masing-masing 1 ml sampel air kolam yang sudah diencerkan tadi lalu masukkan masing-masing kedalam tabung reaksi yang sudah berisi 9 ml media Bristol dan media air tanah.
5) Letakkan tabung reaksi dalam rak kemudian ditempatkan dibawah lampu dan amati pertumbuhan dan jenis mikroalga yang tumbuh pada masing-masing media.

Metode Pengenceran berseri

Metode pengenceran berseri merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengisolasi mikroalga atau phytoplankton jika jenis mikroalga atau phytoplankton yang kita inginkan adalah jenis yang dominan. Adapun peralatan yang digunakan adalah sama dengan metode subkultur, sedangkan bahan yang digunakan adalah medium Bristol, akuades, sampel air kolam, vitamin B12, vitamin B6 dan vitamin B1.

Peralatan dan bahan yang akan digunakan dalam metode pengenceran berseri dilakukan isolasi. Isolasi peralatan dan bahan yang akan digunakan sama dengan metode subkultur. Sedangkan prosedur isolasi dengan cara pengenceran berseri dengan prosedur sebagai berikut :

1) Ambil sampel air kolam sebanyak 1 ml kemudian diencerkan dengan cara dimasukkan dalam tabung reaksi yang telah berisi 9 ml medium Bristol lalu aduk.
2) Ambil lagi 1 ml sampel dari tabung reaksi pada tahap a tersebut, kemudian masukkan kedalam tabung reaksi yang telah berisi medium Bristol sebanyak 9 ml.
3) Lakukan pengenceran seperti tahapan ke dua tersebut sampai lima kali pengenceran.
4) Susun semua tabung reaksi tersebut dalam rak tabung reaksi kemudian letakkan di bawah cahaya lampu.
5) Amati pertumbuhan dan jenis mikroalga yang tumbuh dominan selama 7 hari dibawah mikroskop dan hitung populasi kepadatan mikroalga atau phytoplankton dengan menggunakan Haemocytometer.

Metode Pipet Kapiler

Metode kultur murni dengan menggunakan metode pipet kapiler dapat dilakukan dengan cara sel mikroalga atau phytoplankton yang akan dikultur dipisahkan dengan menggunakan pipet kapiler steril lalu dipindahkan ke dalammedia yang sesuai. Pipet yang akan digunakan untuk metode ini adalah pipet yang mempunyai diameter berkisar antara 3 – 5 kali besar phytoplankton yang akan diisolasi dan pada pipetnya dilakukan pembakaran pada bagian ujungnya. Proses isolasi ini dilakukan dibawah mikroskop dengan cara mengambil phytoplankton yang

diperoleh dengan menggunakan alat plankton net. Kemudian phytoplankton tersebut dilakukan penyaringan dan diteteskan pada gelas obyek. Dengan menggunakan pipet kapiler ambil tetesan pytoplankton tersebut dan amati dibawah mikroskop. Kemudian pytoplankton tersebut dikultur dalam tabung reaksi volume 10 ml yang telah diperkaya dengan jenis pupuk yang sesuai dengan phytoplankton yang akan diisolasi dan lakukan pengamatan jenis phytoplankton yang tumbuh dibawah mikroskop setiap hari dan lakukan kegiatan tersebut sampai diperoleh jenis phytoplankton yang diinginkan.

d. Teknik pembibitan secara semi massal

Dalam pembibitan pakan alami secara semi massal dan massal prosesnya hampir sama yang berbeda adalah medianya. Media yang digunakan untuk teknik kultur phytoplankton skala semi massal berbeda dengan teknik kultur murni. Pada teknik kultur ini dilakukan diruang terbuka tetapi beratap transparan agar bisa memanfaatkan sinar matahari. Kegiatan ini umumnya dilakukan dalam akuarium bervolume 100 liter sampai dengan bak fiber 0,3 m^3. Bibit yang digunakan untuk kultur semi massal berasal dari kultur murni. Bibit yang digunakan diambil sebanyak 5 – 10% dari volume total yang akan dikultur. Pupuk yang digunakan adalah pupuk teknis dan sewaktu-waktu dapat menggunakan pupuk laboratorium. Komposisi jenis pupuk yang digunakan pada media kultur dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 10. Komposisi pupuk phytoplankton Semi Massal

No.	Bahan kimia	Pupuk Conwy	Pupuk Guillard	Pupuk TMRL	Pupuk BBL SM
1.	$NaNO_3/KNO_3$	100 gr	84,2 gr	100 gr	50 gr
2.	Na_2EDTA	5 gr	10 gr	-	5 gr
3.	$FeCl_3$	1,3 gr	2,9 gr	3 gr	1 gr
4.	$MnCl_2$	0,36 gr	0,36 gr	-	-
5.	H_3BO_3	33,6 gr	-	-	-
6.	Na_2HPO_4	20 gr	10 gr	10 gr	10 gr
7.	Na_2SiO_3	-	50 gr	1 gr	15 ml
8.	Trace metal Solution	1 ml	1 ml	-	0,5 ml
9.	Vitamin	1 ml	1 ml	-	1 ml
10.	Aquabides	1000 ml	1000 ml	1000 ml	1000 ml
11.	Urea	-	-	-	40 gr
12.	ZA	-	-	-	30 gr



Gambar 62. Kultur semi massal/intermediet

Teknik pembibitan secara massal

Teknik kultur phytoplankton selanjutnya adalah teknik kultur skala massal, dengan menggunakan bibit dari hasil kultur skala semi massal. Volume media kultur semi massal 100 liter sampai 0,3 meterkubik. Jumlah inokulum yang dimasukkan pada kultur massal phytoplankton sangat bergantung pada kepadatan bibit yang berasal dari inokulan. Untuk menghitung berapa banyak inokulum (bibit) yang harus ditebarkan pada kultur massal phytoplankton dapat dihitung dengan mempergunakan rumus sederhana sebagai berikut yaitu:

$V1.N1 = V2.N2$

Dimana:

V1 adalah volume inokulum yang dibutuhkan

V2 adalah volume air media kultur

N1 adalah kepadatan sel inokulum/cc

N2 adalah Kepadatan awal yang diinginkan, misalnya 100.000 se/cc

Makin tinggi jumlah N2, makin cepat kultur mencapai kepadatan maksimal. Jadi dalam menentukan besarnya N2 perlu dipertimbangkan pemanfaatannya. Misalnya inokulum untuk *Tetraselmis chuii* berkisar antara 50.000-70.000 sel/cc, *Skeletonema costatum* berkisar antara 75.000-100.000 sel/cc dan *Chaetoceros calcitrans* berkisar antara 70.000-100.000 sel/cc. Hal tersebut dapat menentukan berapa banyak jumlah inokulum karena berdasarkan hasil pengamatan perkembangbiakan phytoplankton tersebut pada umumnya mengalami pertumbuhan puncak populasi pada waktu kurang dari 7hari, misalnya *Tetraselmis chuii* mengalami puncak populasi tertinggi pada hari ke 5-6, *Chaetoceros calcitrans* mengalami puncak populasi tertinggi pada hari ke 3-4, *Skeletonema costatum* mengalami puncak populasi tertinggi pada hari ke 2-3.

Teknik kultur yang terakhir adalah teknik kultur skala massal dimana pada teknik ini bibit yang digunakan berasal dari teknik skala semi massal. Kegiatan ini dilakukan pada bak-bak kultur berukuran besar dan dilakukan diluar ruangan dengan volume berkisar antara 40 – 100 meterkubik. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 62. Media kultur yang dibuat pada tahap ini menggunakan pupuk teknis seperti urea, ZA, TSP. Komposisi pupuk untuk teknik kultur secara massal dapat dilihat pada Tabel 9.



Gambar 63. Kultur pakan alami skala massal

Tabel 11. Komposisi pupuk kultur massal

No.	Bahan kimia	Pupuk Yashima (ppm)	Pupuk diatom (ppm)	Pupuk Phyto A (ppm)	Pupuk Phyto B (ppm)	Pupuk Phyto C (ppm)
1.	Urea	10	30	30	50	50
2.	ZA	100	40	30	20	50
3.	TSP	10	20	10-15	10-15	15-20
4.	Molase/orgami	-	10	10	10	15
5.	Silikat Teknis	-	5-20	-	-	-

Langkah kerja dalam menyiapkan media tempat tumbuhnya pakan alami phytoplankton semi massal dan massal adalah :.

1) Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan tersebut!
2) Tentukan wadah yang akan digunakan untuk membudidayakan pakan alami !
3) Bersihkan wadah dengan menggunakan sikat dan disiram dengan air bersih, kemudian lakukan pensucihamaan wadah dengan menggunakan desinfektan sesuai dengan dosisnya.
4) Bilaslah wadah yang telah dibersihkan dengan menggunakan air bersih.
5) Pasanglah peralatan aerasi dengan merangkaikan antara aerator, selang aerasi dan batu aerasi, masukkan kedalam wadah budidaya. Ceklah keberfungsian peralatan tersebut dengan memasukkan kedalam arus listrik.
6) Masukkan air bersih yang tidak terkontaminasi kedalam wadah budidaya dengan menggunakan selang plastik dengan kedalaman air yang telah ditentukan.
7) Tentukan media tumbuh yang akan digunakan dan hitung jumlah pupuk yang dibutuhkan sesuai dengan dosis yang telah ditetapkan.
8) Timbanglah pupuk sesuai dengan dosis yang telah ditentukan.
9) Buatlah larutan terhadap berbagai macam pupuk pada wadah yang sesuai, jika sudah terbentuk larutan masukkan kedalam wadah yang digunakan untuk budidaya pakan alami
10) Media tempat tumbuhnya pakan alami siap untuk ditebari dengan bibit sesuai dengan kebutuhan produksi

Teknik pembibitan pakan alami dari kelompok zooplankton dan benthos berbeda dengan teknik pembibitan phytoplankton. Metode kultur murni pada pakan alami kelompok zooplankton berbeda dengan kultur muni

pakan alami dari kelompok zooplankton dan benthos. Pada kelompok zooplankton dan benthos kultur murni biasanya hampir sama dengan kultur massal hanya yang membedakannya kapasitas/jumlah produksi yang dilakukannya. Kultur murni zooplankton diawali dengan melakukan isolasi dari perairan yang diduga banyak mengandung zooplankton. Misalnya pada perairan bekas ditanaminya padi maka ditempat tersebut banyak mengandung pakan alami jenis Infosaria, *Moina* dan *Daphnia*, di perairan yang banyak mengandung bahan organik maka ditempat tersebut akan banyak mengandung zooplankton dari jenis cacing-cacingan yaitu *Tubifex* sp dan larva *Chironomus*.

Pada zooplankton jenis *Artemia salina* yang tidak terdapat disemua perairan maka pembibitan *Artemia* diawali dengan penetasan kista *Artemia salina* dengan menggunakan wadah tersendiri. Pemilihan wadah yang akan digunakan dalam membudidayakan Artemia sangat bergantung kepada tujuannya. Wadah yang terbuat dari bak semen, bak beton, bak fiber dan tanki plastik biasanya digunakan untuk menetaskan cyst *Artemia* secara massal dan merupakan budidaya *Artemia* secara selektif yaitu membudidayakan pakan alami ditempat terpisah dari ikan yang akan mengkonsumsi pakan alami. Sedangkan wadah budidaya kolam tanah yaitu tambak biasanya dilakukan untuk membudidayakan *Artemia*.

Selain hal tersebut diatas dapat pula dibedakan dari kuantitas pakan alami yang dibudidayakan. Dalam hal ini ada tiga skala produksi pakan alami jika dilihat dari jenis wadah yang akan digunakan. Adapun skala produksinya adalah skala kecil (kultur murni), skala menengah (kultur semi massal) dan skala besar (kultur massal). Kesemua wadah yang disebutkan diatas pada umumnya hanya dapat digunakan untuk membudidayakan pakan alami *Artemia* secara semi massal dan massal.

Untuk membedakan antara kultur semi massal dan massal hanya dari volume media yang dapat disimpan didalam wadah tersebut. Oleh karena itu ukuran dari wadah yang akan digunakan sangat menentukan kapasitas produksi dari pakan alami *Artemia*.

Pada jenis pakan alami lainnya selain *Artemia salina*, setelah dilakukan isolasi bibit pakan alami zooplankton dan benthos tersebut dilakukan kultur skala kecil terlebih dahulu dimana volume wadah yang dipergunakan berkisar antara 10-30 liter. Lakukan pemeliharaan sesuai standar operasional prosedur budidaya pakan alami.Teknik budidaya secara massal berbagai macam jenis pakan alami akan dibahas secara detail pada buku teks bahan ajar siswa SMK semester dua.

3. Refleksi

Pakan alami yang akan dilakukan budidaya massal harus dilakukan isolasi terlebih dahulu dengan mengambil bibitnya dari alam. Tahapan kegiatan dalam melakukan budidaya pakan alami phytoplankton, zooplankton dan benthos dimulai dari tahap kultur murni, kultur semi massal dan kultur massal. Sebelum melakukan kultur pakan alami harus dipahami jenis peralatan yang akan dipergunakan dan bagaimana cara mengaoperasionalkan berbagai macam peralatan tersebut. Setelah memahami fungsi dan cara mengoperasionalkan peralatan tersebut siswa SMK mulai melakukan pembibitan dengan berbagai media pembibitan pakan alami. Teknik pembibitan pakan alami dikelompokkan berdasarkan tujuannya yaitu untuk memperoleh kultur murni maka dilakukan teknik pembibitan secara kultur murni. Untuk memperoleh kultur semi massal maka dilakukan teknik pembibitan secara kultur semi massal. Untuk memperoleh kultur massal maka dilakukan teknik pembibitan secara kultur massal. Dengan menerapkan metode pembibitan pakan alami ini diharapkan siswa SMK mampu

menyediakan kebutuhan pakan alami secara kontinue sesuai kebutuhan budidaya.

4. Tugas

a. Buatlah paper tentang macam-macam alat dan bahan yang dibutuhkan dalam pembibitan jenis-jenis pakan alami phytoplanton. zooplanton, benthos
b. Buatlah paper tentang macam-macam media pembibitan jenis-jenis pakan alami phytoplanton. zooplanton, benthos
c. Buatlah paper tentang macam-macam teknik pembibitan jenis-jenis pakan alami phytoplanton. zooplanton, benthos

5. Tes Formatif

Pilihlah salah satu jawaban yang Anda anggap paling benar dari pertanyaan dibawah ini:

1. Alat yang digunakan untuk melakuka sterilisasi peralatan untuk melakukan pembibitan pakan alami dengan menggunakan uap air panas bertekanan adalah :
   A. Oven
   B. Microwave
   C. Autoclave
   D. Hotplate

2. Jumlah tekanan dan suhu yang digunakan untuk mematikan mikroba pada peralatan sterilisasi tersebut adalah:
   A. 1 atm, 121^{o}C
   B. 2 atm, 121^{o}C
   C. 1 atm, 131^{o}C
   D. 2 atm, 131^{o}C

3. Wadah yang dipergunakan untuk melakukan pembibitan mikroalga secara kultur murni dengan media agar membutuhkan peralatan berikut yaitu:
   A. Gelas piala
   B. Gelas Ukur
   C. Erlenmeyer
   D. Cawan Petri

4. Peralatan yang dapat dipergunakan untuk melakukan kultur murni dengan media padat dan media cair adalah:
   A. Cawan petri
   B. Tabung reaksi
   C. Erlenmeyer
   D. Gelas piala

5. Peralatan yang dipergunakan untuk memindahkan atau mengambil koloni suatu mikroba ke media yang akan dipergunakan kembali adalah:
   A. Jarum lurus
   B. Jarum Tusuk
   C. Jarum Ose
   D. Jarum pipet

6. Alat yang dipergunakan untuk menghitung kepadatan populasi phytoplankton secara kultur murni, semi massal dan massal adalah:
   A. Autoclave
   B. Sedwigc Rafter Cell
   C. Haemocytometer
   D. Mikroskop

7. Waktu minimal yang dibutuhkan untuk mensterilkan peralatan yang akan dipergunakan untuk melakukan kultur murni adalah:
   A. 5 menit
   B. 15 menit
   C. 25 menit
   D. 35 menit

8. Cawan petri yang berdiameter 15 cm biasa dipergunakan untuk membuat media agar pada saat melakukan kultur murni, volume daya tampung cawan petri tersebut adalah:
   A. 10-15 ml
   B. 15-20 ml
   C. 20-25 ml
   D. 25-30 ml

9. Jarum inokulum pada jarum ose terbuat dari kawat nichrome atau platinum sehingga dapat berpijar jika terkena panas berbentuk...
   A. Segitiga
   B. Lingkaran
   C. Kubus
   D. segiempat

10. Penggoresan dengan jarum ose yang bertujuan menumbuhkan mikroba pada media agar dapat dilakuakn dengan menggunakan metode...
    A. Penggoresan lurus
    B. Penggoresan zigzag
    C. Penggoresan melingkar
    D. Penggoresan bebas

11. Metode kultur murni phytoplankton untuk memperoleh satu jenis phytoplankton (monospesies) dengan menggunakan media agar adalah:
    A. Metode media agar
    B. Metode subkultur
    C. Metode pengenceran berseri
    D. Metode pipet kapiler

12. Metode kultur murni phytoplankton untuk memperoleh satu jenis phytoplankton (monospesies), jika mikroalga yang kita inginkan bukan mikroalga yang dominan adalah:
    A. Metode media agar
    B. Metode subkultur
    C. Metode pengenceran berseri
    D. Metode pipet kapiler

13. Metode kultur murni phytoplankton untuk memperoleh satu jenis phytoplankton (monospesies) dengan cara mengisolasimikroalga atau phytoplankton jika jenis mikroalga atau phytoplankton yang kita inginkan adalah jenis dominan disebut..
    A. Metode media agar
    B. Metode subkultur
    C. Metode pengenceran berseri
    D. Metode pipet kapiler

14. Metode kultur murni phytoplankton untuk memperoleh satu jenis phytoplankton (monospesies) dengan menggunakan pipet kapiler adalah:
    A. Metode media agar
    B. Metode subkultur
    C. Metode pengenceran berseri
    D. Metode pipet kapiler

15. Sterilisasi dengan cara melakukan perebusan kurang lebih selama dua jam adalah:
    A. Sterilisasi panas
    B. Sterilisasi basah
    C. Sterilisasi kimia
    D. Sterilisasi kering

16. Sterilisasi dengan cara menggunakan autoclave/oven selama kurang lebih satu jam adalah:
    A. Sterilisasi panas
    B. Sterilisasi basah
    C. Sterilisasi kimia
    D. Sterilisasi kering

17. Sterilisasi dengan cara melakukan perendaman dengan berbagai bahan seperti HCl, Klorin dan Formalin adalah:
    A. Sterilisasi panas
    B. Sterilisasi basah
    C. Sterilisasi kimia
    D. Sterilisasi kering

18. Volume wadah yang dipergunakan untuk kultur murni adalah:
    A. 1 liter
    B. 100 liter
    C. 200 liter
    D. 300 liter

19. Volume wadah yang dipergunakan untuk kultur semi massal adalah:
    A. 1 liter
    B. 100 liter

C. 200 liter
D. 300 liter

20. Volume wadah yang dipergunakan untuk kultur massal adalah:
    A. 10.000 liter
    B. 20.000 liter
    C. 30.000 liter
    D. 40.000 liter

21. Jumlah inokulum yang dibutuhkan untuk kultur pakan alami secara semi massal berasal dari kultur murni. Berapakah jumlah inokulum yang ideal tersebut ?
    A. 0-5%
    B. 5-10%
    C. 10-15%
    D. 15-20%

22. Jumlah inokulum yang dibutuhkan untuk membudidayakan phytoplankton jenis *Tetraselmis chuii* secara massal adalah:.
    A. 10.000-30.000 sel/cc
    B. 30.000-50.000 sel/cc
    C. 50.000-70.000 sel/cc
    D. 70.000-90.000 sel/cc

23. Jenis pupuk teknis yang dipergunakan untuk melakukan kultur phytoplankton secara massal adalah:
    A. Kotoran ayam
    B. Kotoran sapi
    C. Urea, TSP dan ZA
    D. Pupuk kandang

24. Komposisi pupuk pada saat akan melakukan kultur massal yang menggunakan Urea 10 ppm, ZA 100 ppm dan TSP 10 ppm adalah:
   A. Pupuk Yashima
   B. Pupuk Diatom
   C. Pupuk Phytoplankton A
   D. Pupuk Phytoplankton B

25. Komposisi pupuk pada saat akan melakukan kultur massal yang menggunakan Urea 30 ppm, ZA 40 ppm dan TSP 20 ppm, Molase 10 ppm dan silikat 5-20 ppm adalah:
   A. Pupuk Yashima
   B. Pupuk Diatom
   C. Pupuk Phytoplankton A
   D. Pupuk Phytoplankton B

26. Sumber nutrient yang dipergunakan untuk menumbuhkan phytoplankton secara kultur murni adalah bahan kimia pro analis dengan dosis adalah:
   A. 1 ml/liter kultur
   B. 2 ml/liter kultur
   C. 3 ml/liter kultur
   D. 4 ml/liter kultur

27. Perbedaan jenis pupuk sintetik untuk formulasi pupuk Conwy dan Guillard yang dipergunakan pada pembibitan phytoplankton secara kultu murni adalah:
   A. EDTA
   B. H_3BO_3
   C. $MgCl_2$
   D. $FeCl_2$

28. Media yang dipergunakan untuk melakukan kultur phytoplankton air tawarsebagai berikut:
    A. Media Bennect
    B. Media Demmer
    C. Media Bristole
    D. Media Conwy

29. Media yang dipergunakan untuk melakukan kultur phytoplankton air lautsebagai berikut:
    A. Media Bennect
    B. Media Demmer
    C. Media Bristole
    D. Media Conwy

30. Berapakah dosis yang dibutuhkan untuk media agar dengan menggunakan bacto agar ?.
    A. 0,5 gram
    B. 1,5 gram
    C. 2,5 gram
    D. 3,5 gram

a) Kunci Jawaban Tes Formatif

No.	Jawaban	No.	Jawaban
1.	C	16.	A
2.	B	17.	C
3.	D	18.	A
4.	B	19.	B
5.	C	20.	D
6.	C	21.	B
7.	B	22.	C
8.	B	23.	C
9.	B	24.	A
10.	B	25.	B
11.	A	26.	A
12.	B	27.	B
13.	C	28.	D
14.	D	29.	D
15.	B	30.	B

b) Lembar Kerja Siswa Didik

Judul : Kultur murni mikroalga metode isolasi pengenceran berseri

Waktu : 9 jam pembelajaran (9 X 45 menit)

Pendahuluan

Plankton adalah suatu organisme yang berukuran kecil yang hidupnya terombang ambing oleh arus di perairan bebas. Plankton disebut juga mikroalga berperan sebagai produsen primer pada ekokistam perairan. Mikroalga di dalam perairan sangat berperan

bagi kehidupan biota air. Oleh karena itu dalam melakukan budidaya ikan secara intensif perlu dilakukan penyediaan pakan alami secara intensif pula. Pakan alami yang akan dilakukan budidaya massal berasal dari pakan alami di alam. Tahap awal untuk membudidayakan pakan alami adalah melakukan kultur murni. Kultur murni dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu metode isolasi pengenceran berseri, metode isolasi subkultur, metode isolasi pipet kapiler dan metode isolasi agar. Dengan melakukan kultur murni akan diperoleh jenis pakan alami yang monospesies dan akan memmudahkan dalam melakukan budidaya pakan alami secara massal.

Tujuan

Siswa diklat diharapkan mampu melakukan metode kultur murni pakan alami jika disediakan peralatan dan wadahnya sesuai dengan persyaratan teknis.

Alat dan bahan

1) Mikroskop
2) Pipet
3) Objek glass
4) Cover Glass
5) Autoclave
6) Haemocytometer
7) Gelas ukur
8) Gelas piala
9) Tabung reaksi
10) Air kolam sebagai sampel
11) Aquades
12) Medium Bristol
13) Vitamin B_{12}, B_6, dan B_1

14) Tissue
15) Timbangan
16) Hotplate/pemanas
17) Oven/autoclave
18) Jarum ose/jarum loop
19) Agar
20) Erlenmeyer

Keselamatan kerja

1) Kenakan pakaian praktik dan gunakan sarung tangan jika memegang bahan-bahan yang bersifat keras.
2) Hati-hati dalam menggunakan peralatan listrik dan melakukan kegiatan .

Langkah kerja

1) Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan tersebut!
2) Lakukan sterilisasi pada semua peralatan yang akan dipergunakan dalam kultur mikroalga dengan cara:
    1) Cuci semua peralatan gelas dengan menggunakan sabun yang tidak mengandung deterjen lalu dibilas dengan air bersih dan bilas kembali dengan larutan HCl 0,1 N dan bilas lagi dengan akuades.
    2) Keringkan peralatan gelas yang telah dicuci dengan cara kering udara
    3) Masukkan semua peralatan gelas yang telah kering ke dalam autoclave dengan suhu 120^{o}C dengan tekanan 1 atm selama 20 menit atau dengan oven pada suhu 150^{o}C selama 1 jam.
    4) Untuk medium Bristol (Tabel 10.) dilakukan sterilisasi dengan cara larutan medium Bristol tersebut dimasukkan ke

dalam erlemeyer dan tutup dengan kertas alumunium foil dan dimasukkan dalam autoclave pada suhu 120^{o}C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit.

Tabel 12. Medium Bristol

No.	Larutan Sock	Jumlah	g/400 ml H2O
1.	$NaNO_3$	10 ml	10,0
2.	$CaCl_22H_2O$	10 ml	1,0
3.	$MgSO_4$ 7 H_2O	10 ml	3,0
4.	K_2HPO_4	10 ml	3,0
5.	KH_2PO_4	10 ml	7,0
6.	NaCl	10 ml	1,0
7.	Akuades	940 ml	

3) Lakukan isolasi dalam media agar dengan cara:
   a) Siapkan media agar dengan mencampurkan 1 liter medium Bristol dengan 15 gram bubuk agar (1,5%) masukkan ke dalam erlenmeyer.
   b) Panaskan media di atas hot plate atau pemanas lainnya hingga mendidih kemudian masukkan ke dalam autoclave dengan suhu 120oC tekanan 1 atm selama 20 menit.
   c) Setelah agak dingin, tambahkan vitamin tuang medium ke dalam cawan petri dan biarkan agar membeku.
   d) Masukkan jarum ose yang telah dibakar sebelumnya ke dalam air sampel, lalu goreskan di atas media agar dengan pola seperti gambar dibawah ini.



e) Kemudian tempatkan cawan petri di bawah cahaya lampu secara terus menerus.
f) Amati jenis dan pertumbuhan mikroalga pada medium agar.
g) Ambil satu kolon mikroalga yang akan dikultur dengan menggunakan jarum loop kemudian pindahkan ke dalam tabung reaksi yang telah berisi 9 ml medium.
h) Letakkan tabung reaksi dalam rak, kemudian tempatkan di bawah cahaya lampu. Kultur ini selanjutnya akan digunakan dalam skala intermediet.

4) Lakukan isolasi metode subkultur dengan cara:
   a) Masukkan air sampel sebanyak 1 ml ke dalam tabung reaksi yang telah berisi 9 ml medium Bristol dan lakukan pengadukan secara rata.
   b) Ambil larutan a, sebanyak 1 ml dan tuangkan kedalam tabung reaksi yang telah berisi 9 ml medium Bristole dan lakukan pengadukan.
   c) Ambil larutan b, sebanyak 1 ml dan tuangkan kedalam tabung reaksi yang telah berisi 9 ml medium Bristole dan lakukan pengadukan.
   d) Ambil larutan c, sebanyak 1 ml dan tuangkan kedalam tabung reaksi yang telah berisi 9 ml medium Bristole dan lakukan pengadukan.

e) Ambil larutan d, sebanyak 1 ml dan tuangkan kedalam tabung reaksi yang telah berisi 9 ml medium Bristole dan lakukan pengadukan.

f) Susunlah ke lima tabung reaksi tersebut pada rak tabung reaksi dan letakkan dibawah cahaya lampu di dalam laboratorium yang tertutup dan mempunayai AC.

g) Lakukan pengamatan dan identifikasi jenis mikroalga yang tumbuh selama tujuh hari. Catatlah hasil pengamatan sesuai tabel dibawah ini.

Waktu Pemeliharaan	Jenis Mikroalga	Gambar Mikroalga	Keterangan
Hari ke-1			
Hari ke-2			
Hari ke-3			
Hari ke-4			
Hari ke-5			
Hari ke-6			
Hari ke-7			

C. Penilaian

1. Sikap

a. Lembar Pengamatan Observasi

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap spiritual siswa didik. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap spiritual yang ditampilkan oleh siswa didik, dengan kriteria sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dankadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Siswa Didik : …………………..

Kelas : …………………..

Tanggal Pengamatan : …………………...

Materi Pokok : …………………...

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Berdoa sebelum dan sesudah melakukan sesuatu				
2.	Mengucapkan rasa syukur atas karunia Tuhan dan setelah mengerjakan sesuatu				
3.	Memberi salam pada saat awal dan akhir presentasi sesuai agama yang dianut.				
4.	Menjaga lingkungan hidup di sekitar rumah tempat tinggal, sekolah dan masyarakat				

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
5.	Memelihara hubungan baik dengan sesama umat ciptaan Tuhan Yang Maha Esa.				
6.	Menghormati orang lain menjalankan ibadah sesuaidengan agamanya.				
Jumlah Skor					

Petunjuk Penskoran :

Skor akhir menggunakan skala 1 sampai 4

Perhitungan skor akhir menggunakan rumus :

$$\frac{Skor}{Skor\ Tertinggi}\ x\ 4 = skor\ akhir$$

Contoh :

Skor diperoleh 14, skor tertinggi 4 x 6 pernyataan = 24, maka skor akhir :

$$\frac{14}{24} x\ 4 = 2{,}3$$

Siswa didik memperoleh nilai :

Sangat Baik : apabila memperoleh skor 3,20 – 4,00 (80 – 100)

Baik : apabila memperoleh skor 2,80 – 3,19 (70 – 79)

Cukup : apabila memperoleh skor 2.40 – 2,79 (60 – 69)

Kurang: apabila memperoleh skor kurang 2.40 (kurang dari 60%)

Pedoman Observasi Sikap Jujur

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap sosial siswa didik dalam kejujuran. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap jujur yang ditampilkan oleh siswa didik, dengan kriteria sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Siswa Didik : …………………

Kelas : …………………

Tanggal Pengamatan : ………………….

Materi Pokok : ………………….

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Tidak nyontek dalam mengerjakan ujian/ulangan/tugas.				
2.	Tidak melakukan plagiat.				
3.	Menyerahkan kepada yang berwenang barang yang ditemukan.				
4.	Membuat laporan berdasarkan data atau informasi apa adanya.				
5.	Mengakui kesalahan atau kekurangan yang dimiliki.				
6.	Mengungkapkan perasaan apa adanya.				
Jumlah Skor					

Petunjuk Penskoran :

Lihat petunjuk penskoran pada pedoman observasi sikap spiritual

Pedoman Observasi Sikap Disiplin

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap sosial siswa didik dalam kedisiplinan. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap disiplin yang ditampilkan oleh siswa didik, dengan kriteria sebagai berikut :

Ya = apabila siswa didik menunjukkan perbuatan sesuai aspek pengamatan

Tidak = apabila siswa didik tidak menunjukkan perbuatan sesuai aspek pengamatan.

Nama Siswa Didik : …………………

Kelas : …………………

Tanggal Pengamatan : …………………..

Materi Pokok : …………………..

No	Sikap yang diamati	Melakukan	
		Ya	Tidak
1.	Masuk kelas tepat waktu.		
2.	Mengumpulkan tugas tepat waktu.		
3.	Patuh pada tata tertib atau aturan bersama/ sekolah.		
4.	Mengerjakan tugas individu sesuai dengan waktu yang ditentukan		
5.	Memakai seragam sesuai tata tertib		
6.	Mengerjakan tugas yang diberikan		
7.	Tertib dalam mengikuti pembelajaran		
8.	Mengikuti praktikum sesuai dengan langkah yang ditetapkan		
9.	Membawa buku tulis sesuai mata pelajaran		
10.	Membawa buku teks mata pelajaran		
Jumlah			

Petunjuk Penskoran :

Jawaban YA diberi skor 1, dan jawaban TIDAK diberi skor 0

Perhitungan skor akhir menggunakan rumus :

$$\frac{Skor}{Skor\ Tertinggi}\ x\ 4 = skor\ akhir$$

Contoh :

Jawaban YA sebanyak 3, maka diperoleh skor 3, dan skor tertinggi 10 maka skor akhir adalah :

$$\frac{6}{10}x\ 4 = 2{,}4$$

Siswa didik memperoleh nilai dapat menggunakan seperti dalam pedoman observasi sikap spritual.

Pedoman Observasi Sikap Tanggung Jawab

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap sosial siswa didik dalam tanggung jawab. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap tanggung jawab yang ditampilkan oleh siswa didik, dengan kriteria sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Siswa Didik : …………………..
Kelas : …………………..
Tanggal Pengamatan : …………………...
Materi Pokok : …………………...

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Melaksanakan tugas individu dengan baik.				
2.	Menerima resiko dari tindakan yang dilakukan.				
3.	Tidak menyalahkan/menuduh orang lain tanpa bukti yang akurat.				
4.	Mengembalikan barang yang dipinjam.				
5.	Mengakui dan meminta maaf atas kesalahan yang dilakukan.				
6.	Menepati janji.				
7.	Tidak menyalahkan orang lain utk kesalahan tindakan kita sendiri.				
8.	Melaksanakan apa yang pernah dikatakan tanpa disuruh/diminta.				
Jumlah Skor					

Petunjuk Penskoran

Lihat petunjuk penskoran pada pedoman observasi sikap spiritual

Pedoman Observasi Sikap Toleransi

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru/teman untuk menilai sikap sosial siswa didik dalam toleransi. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap toleransi yang ditampilkan oleh siswa didik, dengan kriteria sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dankadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Siswa Didik : …………………..
Kelas : …………………..
Tanggal Pengamatan : …………………...
Materi Pokok : …………………...

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Menghormati pendapat teman.				
2.	Menghormati teman yang berbeda suku, agama, ras, budaya, dan gender.				
3.	Dapat menerima kekurangan orang lain.				
4.	Dapat mememaafkan kesalahan orang lain.				
5.	Mampu dan mau bekerja sama				

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
	dengan siapa pun yang memiliki keberagaman latar belakang, pandangan, dan keyakinan.				
6.	Tidak memaksakan pendapat atau keyakinan diri pada orang lain.				
7.	Terbuka terhadap atau kesediaan untuk menerima sesuatu yang baru.				
Jumlah Skor					

Petunjuk penskoran

Lihat petunjuk penskoran pada pedoman observasi sikap spiritual

Pedoman Observasi Sikap Gotong Royong

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru/teman untuk menilai sikap sosial siswa didik dalam gotong royong. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap gotong royong yang ditampilkan oleh siswa didik, dengan kriteria sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dankadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Siswa Didik : …………………..

Kelas : …………………..

Tanggal Pengamatan : …………………...

Materi Pokok : …………………...

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1	Aktif dalam kerja kelompok.				
2	Suka menolong teman/orang lain tanpa mengharap imbalan.				
3	Kesediaan melakukan tugas sesuai kesepakatan.				
4.	Memusatkan perhatian pada tujuan kelompok				
5.	Tidak mendahulukan kepentingan pribadi				
6.	Mencari jalan untuk mengatasi perbedaan pendapat/pikiran antara diri sendiri dengan orang lain				
7.	Mendorong orang lain untuk bekerja sama demi mencapai tujuan bersama				
Jumlah Skor					

Petunjuk Penskoran :

Lihat petunjuk penskoran pada pedoman observasi sikap spiritual

Pedoman Observasi Sikap Santun

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap sosial siswa didik dalam kesantunan. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap santun yang ditampilkan oleh siswa didik, dengan kriteria sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dankadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Siswa Didik : …………………

Kelas : …………………

Tanggal Pengamatan : …………………..

Materi Pokok : …………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Menghormati orang yang lebih tua				
2.	Mengucapkan terima kasih setelah menerima bantuan orang lain				
3.	Tidak berkata-kata kotor, kasar, dan takabur.				
4.	Tidak meludah di sembarang tempat.				
5.	Tidak menyela pembicaraan pada waktu yang tidak tepat.				
6.	Mengucapkan terima kasih setelah menerima bantuan orang lain.				
7.	Bersikap 3S (salam, senyum, sapa).				
8.	Meminta ijin ketika akan memasuki ruangan orang lain atau menggunakan barang milik orang lain.				
9.	Memperlakukan orang lain sebagaimana diri sendiri ingin diperlakukan.				
Jumlah Skor					

Petunjuk Penskoran

Lihat petunjuk penskoran pada pedoman observasi sikap spiritual

Pedoman Observasi Sikap Percaya Diri

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru/teman untuk menilai sikap sosial siswa didik dalam percaya diri. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap percaya diri yang ditampilkan oleh siswa didik, dengan kriteria sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dankadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Siswa Didik : …………………..

Kelas : …………………..

Tanggal Pengamatan : …………………...

Materi Pokok : …………………...

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Berani presentasi di depan kelas.				
2.	Berani berpendapat, bertanya, atau menjawab pertanyaan.				
3.	Mampu membuat keputusan dengan cepat.				
4.	Tidak mudah putus asa.				
5.	Tidak mudah putus asa.				
6.	Tidak canggung dalam bertindak.				
Jumlah Skor					

Petunjuk Penskoran

Lihat petunjuk penskoran pada pedoman observasi sikap spiritual

b. Lembar Penilaian Diri

LEMBAR PENILAIAN DIRI SIKAP SPIRITUAL

PETUNJUK

1. Bacalah pernyataan yang ada di dalam kolom dengan teliti
2. berilah tanda cek (√) sesuai dengan sesuai dengan kondisi dan keadaan kalian sehari-hari

Nama Peserta Didik : ………………….

Kelas : ………………….

Materi Pokok : ………………….

Tanggal : ………………….

No	Pernyataan	TP	KD	SR	SL
1	Saya semakin yakin dengan keberadaan Tuhan setelah mempelajari ilmu pengetahuan				
2	Saya berdoa sebelum dan sesudah melakukan sesuatu kegiatan				
3	Saya mengucapkan rasa syukur atas segala karunia Tuhan				
4	Saya memberi salam sebelum dan sesudah mengungkapkan pendapat di depan umum				
5	Saya mengungkapkan keagungan Tuhan apabila melihat kebesaranNya				
Jumlah					

Petunjuk Penskoran

Lihat petunjuk penskoran pada pedoman observasi sikap spiritual

LEMBAR PENILAIAN DIRISIKAP JUJUR

Nama Peserta Didik : ………………….

Kelas : ………………….

Materi Pokok : ………………….

Tanggal : ………………….

PETUNJUK

1. Bacalah pernyataan yang ada di dalam kolom dengan teliti
2. berilah tanda cek (√) sesuai dengan sesuai dengan kondisi dan keadaan kalian sehari-hari

No	Pernyataan	TP	KD	SR	SL
1	Saya menyontek pada saat mengerjakan Ulangan				
2	Saya menyalin karya orang lain tanpa menyebutkan sumbernya pada saat mengerjakan tugas				
3	Saya melaporkan kepada yang berwenang jika menemukan barang				
4	Saya berani mengakui kesalahan yang saya dilakukan				
5	Saya mengerjakan soal ujian tanpa melihat jawaban teman yang lain				

Keterangan :

- selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan
- sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan
- kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan
- tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Petunjuk Penskoran :
Lihat petunjuk penskoran pada pedoman observasi sikap spiritual

LEMBAR PENILAIAN DIRISIKAP TANGGUNGJAWAB

Nama Peserta Didik : …………………..
Kelas : …………………..
Materi Pokok : …………………..
Tanggal : …………………..

Petunjuk :
Lembaran ini diisi oleh peserta didik sendiri untuk menilai sikap sosial peserta didik dalam tanggung jawab. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap tanggung jawab yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1	Sebagai peserta didik saya melakukan tugas-tugas dengan baik				
2	Saya berani menerima resiko atas tindakan yang dilakukan				
3	Saya menuduh orang lain tanpa bukti				
4	Saya mau mengembalikan barang yang dipinjam dari orang lain				
5	Saya berani meminta maaf jika melakukan kesalahan yang merugikan orang lain				

Petunjuk Penskoran

Lihat petunjuk penskoran pada pedoman observasi sikap spiritual

LEMBAR PENILAIAN DIRISIKAP DISIPLIN

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh siswa didik untuk menilai sikap disiplin diri siswa didik. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap disiplin yang kamu miliki sebagai berikut :

Ya = apabila kamu menunjukkan perbuatan sesuai pernyataan

Tidak = apabila kamu tidak menunjukkan perbuatan sesuai pernyataan.

Nama Siswa Didik : …………………

Kelas : …………………

Tanggal Pengamatan : ………………….

Materi Pokok : ………………….

No	Sikap yang diamati	Melakukan	
		Ya	Tidak
1.	Saya masuk kelas tepat waktu		
2.	Saya mengumpulkan tugas tepat waktu		
3.	Saya patuh pada tata tertib atau aturan bersama/ sekolah.		
4.	Saya mengerjakan tugas individu sesuai dengan waktu yang ditentukan		
5.	Saya memakai seragam sesuai tata tertib		
6.	Saya mengerjakan tugas yang diberikan		
7.	Saya tertib dalam mengikuti pembelajaran		
8.	Saya mengikuti praktikum sesuai dengan langkah yang ditetapkan		
9.	Saya membawa buku tulis sesuai mata pelajaran		
10.	Saya membawa buku teks mata pelajaran		
Jumlah			

Petunjuk Penyekoran

Jawaban YA diberi skor 1, dan jawaban TIDAK diberi skor 0

Perhitungan skor akhir menggunakan rumus :

$$\frac{Nilai\ Skor}{Skor\ Tertinggi}\ x\ 4 = skor\ akhir$$

Contoh :

Jawaban YA sebanyak 6, maka diperoleh nilai skor 6, dan skor tertinggi 10 maka nilai akhir adalah :

$$\frac{6}{10} x\ 4 = 2{,}40$$

Kriteria perolehan nilai sama dapat menggunan seperti dalam pedoman observasi.

LEMBAR PENILAIAN DIRISIKAP GOTONG ROYONG

PETUNJUK PENGISIAN:

1. Cermatilah kolom-kolom sikap di bawah ini!
2. Jawablah dengan jujur sesuai dengan sikap yang kamu miliki.
3. Lingkarilah salah satu angka yang ada dalam kolom yang sesuai dengan keadaanmu.

4 = jika sikap yang kamu miliki sesuai dengan positif

3 = Jika sikap yang kamu miliki positif tetapi kadang kadang muncul sikap negatif

2 = Jika sikap yang kamu miliki negative tapi tetapi kadang kadang muncul sikap positif

1 = Jika sikap yang kamu miliki selalu negatif

Nama Siswa Didik : …………………

Kelas : …………………

Materi Pokok : …………………

Tanggal : …………………

Rela berbagi	4	3	2	1	Egois
Aktif	4	3	2	1	Pasif
Bekerja sama	4	3	2	1	Individualistis
Ikhlas	4	3	2	1	Pamrih

Petunjuk Penskoran

Lihat petunjuk penskoran pada pedoman observasi sikap spiritual

LEMBAR PENILAIAN DIRISIKAP TOLERANSI

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh siswa didik sendiri untuk menilai sikap sosial siswa didik dalam toleransi. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap toleransi yang ditampilkan oleh siswa didik, dengan kriteria sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dankadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Siswa Didik : …………………

Kelas : …………………

Tanggal Pengamatan : …………………..

Materi Pokok : …………………..

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Saya menghormati teman yang berbeda pendapat.				
2.	Saya menghormati teman yang berbeda suku, agama, ras, budaya, dan gender.				
3.	Saya dapat menerima kekurangan orang lain.				
4.	Saya dapat mememaafkan kesalahan orang lain.				

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
5.	Saya mampu dan mau bekerja sama dengan siapa pun yang memiliki keberagaman latar belakang, pandangan, dan keyakinan.				
6.	Saya tidak memaksakan pendapat atau keyakinan diri pada orang lain.				
7.	Saya terbuka terhadap atau kesediaan untuk menerima sesuatu yang baru.				
Jumlah Skor					

Petunjuk Penskoran

Lihat petunjuk penskoran pada pedoman observasi sikap spiritual

LEMBAR PENILAIAN DIRISIKAP PERCAYA DIRI

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh siswa didik sendiri untuk menilai sikap sosial siswa didik dalam percaya diri. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap percaya diri yang ditampilkan oleh siswa didik, dengan kriteria sebagai berikut :

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dankadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Nama Siswa Didik : …………………..
Kelas : …………………..
Tanggal Pengamatan : …………………...
Materi Pokok : …………………...

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Saya melakukan segala sesuatu tanpa ragu-ragu				
2.	Saya berani mengambil keputusan secara cepat dan bisa dipertanggungjawabkan				
3.	Saya berani presentasi di depan kelas.				
4.	Saya berani berpendapat, bertanya, atau menjawab pertanyaan.				
5.	Saya mampu membuat keputusan dengan cepat.				
6.	Saya tidak mudah putus asa.				
Jumlah Skor					

Petunjuk Penskoran
Lihat petunjuk penskoran pada pedoman observasi sikap spiritual

LEMBAR PENILAIAN DIRI SIKAP SANTUN

PETUNJUK PENGISIAN:

1. Bacalah dengan teliti pernyataan pernyataan yang pada kolom di bawah ini!
2. Tanggapilah pernyataan-pernyataan tersebut dengan member tanda cek (√) pada kolom:
   STS : Jika kamu sangat tidak setuju dengan pernyataan tersebut
   TS : Jika kamu tidak setuju dengan pernyataan tersebut
   S : Jika kamu setuju dengan pernyataan tersebut
   SS : Jika kamu sangat setuju dengan pernyataan tersebut

Nama Siswa Didik : …………………
Kelas : …………………
Materi Pokok : …………………
Tanggal : …………………

No	Pernyataan	Penilaian			
		STS	TS	S	SS
1.	Saya menghormati orang yang lebih tua.				
2.	Saya tidak berkata kata kotor, kasar dan takabur.				
3.	Saya mengucapkan terima kasih setelah menerima bantuan orang lain.				
4.	Saya tidak meludah di sembarang tempat.				
5.	Saya tidak menyela pembicaraan pada waktu yang tidak tepat.				
6.	Saya mengucapkan terima kasih setelah menerima bantuan orang lain.				
7.	Saya selalu bersikap 3S (salam, senyum, sapa).				
8.	Saya meminta ijin ketika akan memasuki ruangan orang lain atau menggunakan barang milik orang lain.				
9.	Saya memperlakukan orang lain sebagaimana diri sendiri ingin diperlakukan.				
Jumlah skor					

Keterangan:

Pernyataan positif	Pernyataan negative
• 1 sangat tidak setuju (STS), • 2 tidak setuju (TS), , • 3 setuju (S), • 4 sangat setuju (SS).	• 1 sangat setuju (SS), • 2 setuju (S), • 3 tidak setuju (TS), • 4 sangat tidak setuju (S)

Petunjuk Penskoran

Lihat petunjuk penskoran pada pedoman observasi sikap spiritual

c. **Lembar Penilaian teman sejawat**

Lembar Penilaian Antarsiswa Didik Sikap Disiplin

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh peserta didik untuk menilai sikap sosial peserta didik lain dalam kedisiplinan. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap disiplin yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

Ya = apabila peserta didik menunjukkan perbuatan sesuai aspek pengamatan

Tidak = apabila peserta didik tidak menunjukkan perbuatan sesuai aspek pengamatan.

Nama penilai : Tidak diisi

Nama peserta didik yang dinilai : ....

Kelas : ....

Mata pelajaran : ....

No	Sikap yang diamati	Melakukan	
		Ya	Tidak
1	Masuk kelas tepat waktu		
2	Mengumpulkan tugas tepat waktu		
3	Memakai seragam sesuai tata tertib		
4	Mengerjakan tugas yang diberikan		
5	Tertib dalam mengikuti pembelajaran		
6	Mengikuti praktikum sesuai dengan langkah yang		

	ditetapkan		
7	Membawa buku tulis sesuai mata pelajaran		
8	Membawa buku teks mata pelajaran		
Jumlah			

Petunjuk Penskoran

Lihat petunjuk penskoran pada pedoman observasi sikap disiplin

Skala Penilaian (*rating scale*)

DAFTAR CEK PENILAIAN ANTARPESERTA DIDIK

Nama penilai : Tidak diisi

Nama peserta didik yang dinilai : ....

Kelas : ....

Mata pelajaran : ....

Berilah tanda cek pada kolom pilihan berikut dengan

4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dankadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		4	3	2	1
1	Tidak nyontek dalam mengerjakan ujian/ulangan.				
2	Tidak melakukan plagiat (mengambil/menyalin karya orang lain tanpa menyebutkan sumber) dalam mengerjakan setiap tugas.				
3	Mengemukakan perasaan terhadap sesuatu apa				

No	Aspek Pengamatan	Skor			
		4	3	2	1
	adanya.				
4	Melaporkan data atau informasi apa adanya.				
	JUMLAH SKOR				

Petunjuk penskoran :
Lihat petunjuk penskoran pedoman observasi sikap disiplin

d. Lembar Jurnal

Nama Siswa Didik :
Aspek yang diamati : Jujur

No.	Hari/ Tanggal	Nama siswa didik	Kejadian

Petunjuk penskoran

Lihat petunjuk penskoran pedoman observasi sikap disiplin

Pembuatan jurnal oleh guru bisa mengikuti model pertama dan kedua sebagai berikut:

1) Model Pertama

Petunjuk pengisian jurnal (diisi oleh guru):

a) Tulislah identitas peserta didik yang diamati
b) Tulislah tanggal pengamatan.
c) Tulislah aspek yang diamati oleh guru.
d) Ceritakan kejadian-kejadian yang dialami oleh Peserta didik baik yang merupakan kekuatan Peserta didik maupun kelemahan Peserta didik sesuai dengan pengamatan guru terkait dengan Kompetensi Inti.

e) Tulislah dengan segera kejadian
f) Setiap kejadian per anak ditulis pada kartu yang berbeda.
g) Simpanlah kartu tersebut di dalam folder masing-masing Peserta didik

Format:

Jurnal
Nama Peserta Didik :
Nomor Peserta Didik :
Tanggal :
Aspek yang Diamati :
Kejadian :

Petunjuk penskoran

Lihat petunjuk penskoran pedoman observasi sikap disiplin

2) Model Kedua

Petunjuk pengisian jurnal (diisi oleh guru):

a) Tulislah aspek yang diamati
b) Tulislah identitas peserta didik yang diamati
c) Tulislah tanggal pengamatan.
d) Tulislah aspek yang diamati oleh guru.

e) Ceritakan kejadian-kejadian yang dialami oleh Peserta didik baik yang merupakan kekuatan Peserta didik maupun kelemahan Peserta didik sesuai dengan pengamatan guru terkait dengan Kompetensi Inti.
f) Tulislah dengan segera kejadian yang diamati
g) Setiap kejadian per anak ditulis pada kartu yang berbeda.
h) Simpanlah kartu tersebut di dalam folder masing-masing Peserta didik

Contoh Format Jurnal

Jurnal

Nama Peserta Didik :

Aspek yang diamati : Jujur

No.	Hari/ Tanggal	Nama peserta didik	Kejadian

Petunjuk penskoran

Lihat petunjuk penskoran pedoman observasi sikap disiplin

2. Pengetahuan

Pilihlah salah satu jawaban yang Anda anggap paling benar dari pertanyaan dibawah ini:

1. Penyediaan pakan alami yang dibutuhkan oleh ikan dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu :
   A. Phytoplankton dan Zooplankton
   B. Selektif dan Nonselektif
   C. Benthos dan Phytoplankton
   D. Zooplankton dan Benthos

2. Jenis pakan alami yang sudah dibudidayakan secara massal dari kelas mikroalgae adalah:
   A. *Brachionus* sp
   B. *Artemia salina*
   C. *Tetraselmis chuii*
   D. *Moina* sp

3. Jenis pakan alami yang sudah dibudidayakan secara massal dari kelas Rotifera adalah:
   A. *Brachionus* sp
   B. *Artemia salina*
   C. *Tetraselmis chuii*
   D. *Moina* sp

4. Jenis pakan alami yang sudah dibudidayakan secara massal dari kelas Brachiopoda adalah:
   A. *Brachionus* sp
   B. *Artemia salina*
   C. *Tetraselmis chuii*
   D. *Moina* sp

5. Jenis pakan alami yang sudah dibudidayakan secara massal dari kelas Cladocera adalah:
   A. *Brachionus* sp
   B. *Artemia salina*
   C. *Tetraselmis chuii*
   D. *Moina* sp

6. Penggolongan alga berdasarkan pigmen yang dikandungnya ada yang berwarna biru, Alga yang berwarna biru tersebut termasuk dalam kelompok alga ....
   A. Cyanophyta
   B. Chloropyta
   C. Chrysophyta
   D. Rhodophyta

7. Penggolongan alga berdasarkan pigmen yang dikandungnya ada yang berwarna hijau, Alga yang berwarna hijau tersebut termasuk dalam kelompok alga ....
   A. Cyanophyta
   B. Chloropyta
   C. Chrysophyta
   D. Rhodophyta

8. Penggolongan alga berdasarkan pigmen yang dikandungnya ada yang berwarna kuning, Alga yang berwarna kuning tersebut termasuk dalam kelompok alga ....
   A. Cyanophyta
   B. Chloropyta
   C. Chrysophyta
   D. Rhodophyta

9. Penggolongan alga berdasarkan pigmen yang dikandungnya ada yang berwarna merah, Alga yang berwarna merah tersebut termasuk dalam kelompok alga ....
   A. Cyanophyta
   B. Chloropyta
   C. Chrysophyta
   D. Rhodophyta

10. Jenis phytoplankton dari kelas Chlorophyceae yang sudah dibudidayakan secara massal adalah:
    A. *Skeletonema costatum*
    B. *Spirulina*
    C. *Chaetocheros*
    D. *Tetraselmis chuii*

11. Jenis phytoplankton dari kelas Bacillariophyceae yang sudah dibudidayakan secara massal adalah:
    A. *Cholerella*
    B. *Spirulina*
    C. *Skeletonema costatum*
    D. *Scenedesmus*

12. Jenis phytoplankton dari kelas Cyanophyceae yang sudah dibudidayakan secara massal adalah:
    A. *Cholerella*
    B. *Spirulina*
    C. *Skeletonema costatum*
    D. *Scenedesmus*

13. Alga yang mempunyai ciri-ciri berwarna coklat, berbentuk cawan petri dan bersel satu adalah:
    A. *Chlorella*
    B. *Chaetoceros*
    C. *Spirulina*
    D. *Tetraselmis chuii*

14. Alga yang mempunyai chloropil dan bersel tunggal dan tidak bergerak adalah:
    A. *Chlorella*
    B. *Chaetoceros*
    C. *Spirulina*
    D. *Tetraselmis chuii*

15. Alga yang berbentuk benang yang melingkar seperti spiral adalah:
    A. *Chlorella*
    B. *Chaetoceros*
    C. *Spirulina*
    D. *Tetraselmis chuii*

16. Jenis zooplankton yang tubuhnya berbentuk seperti piala, terlihat koronanya dan terdapat bulu getar yang aktif serta sudah dibudidayakan secara massal adalah:
    A. *Brachionus* sp
    B. *Moina* sp
    C. *Daphnia* sp
    D. *Artemia salina*

17. Jenis zooplankton yang membutuhkan salinitas yang sangat tinggi lebih dari 120 permil pada saat mengalami fase dorman adalah:
    A. *Brachionus* sp
    B. *Moina* sp
    C. *Daphnia* sp
    D. *Artemia salina*

18. Jenis zooplankton yang mengandung haemoglobin dan bergerak aktif serta dapat dikultur secara massal adalah:
    A. *Brachionus* sp
    B. *Moina* sp
    C. *Daphnia* sp
    D. *Artemia salina*

19. Kandungan nutrisi pada pakan alami sangat menentukan keberhasilan dalam usaha pembenihan ikan, pakan alami *Artemia* sering digunakan sebagai pakan awal pada usaha pembenihan karena memiliki kadar protein tinggi yaitu:
    A. 30%-40%
    B. 40%-50%
    C. 50%-60%
    D. 60%-70%

20. Kadar protein dari pakan alami *Brachionus* sp adalah:
    A. 30%-40%
    B. 40%-50%
    C. 50%-60%
    D. 60%-70%

21. Alat yang dipergunakan untuk mengidentifikasi jenis-jenis pakan alami antara lain adalah:
    A. Plankton net, mikroskop, tabung reaksi
    B. Plankton net, tabung reaksi, bunsen
    C. Mikroskop, haemocytometer, pipet
    D. Gelas ukur, pipet, bunsen

22. Peralatan yang berfungsi untuk menghitung kepadatan populasi pakan alami dengan menggunakan alat bantu untuk diamati dibawah mikroskop adalah:
    A. Plankton net
    B. Haemocytometer
    C. Mikroskop
    D. Sedgewick Rafter Cell

23. Peralatan yang dibutuhkan untuk meletakkan sampel plankton agar dapat diamati dibawah mikroskop dalam keadaan hidup adalah:
    A. Plankton net
    B. Haemocytometer
    C. Mikroskop
    D. Sedgewick Rafter Cell

24. Ukuran plankton yang masih dapat disaring oleh plankton net yang mempunyai size 0,03 mm-0,04 mm adalah:
    A. Macroplankton
    B. Mesoplankton
    C. Nannoplankton
    D. Microplankton

25. Pada mikroskop terdapat berbagai macam lensa, lensa yang letaknya dekat mata pada saat melakukan identifikasi plankton adalah:
    A. Monokuler
    B. Binokuler
    C. Okuler
    D. Obyektif

26. Metode sampling plankton yang bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis plankton adalah:
    A. Kuantitatif
    B. Kualitatif
    C. Vertikal
    D. Horizontal

27. Metode sampling plankton yang bertujuan untuk mengetahui kelimpahan plankton adalah:
    A. Kuantitatif
    B. Kualitatif
    C. Vertikal
    D. Horizontal

28. Peralatan yang digunakan untuk mengambil sampel plankton secara vertikal dengan kedalaman sesuai keinginan peneliti adalah:
    A. Botol Terang
    B. Botol Kemmerer
    C. Pompa
    D. Botol Gelap

29. Pengambilan sampel air dengan sampling secara horizontal bertujuan untuk....
    A. Mengetahui sebaran plankton secara vertikal
    B. Mengetahui sebaran plankton secara horizontal
    C. Mengetahui kelimpahan plankton
    D. Mengetahui jenis-jenis plankton

30. Bahan yang dipergunakan untuk pengawetan sampel plankton setelah diambil dari lokasi pengambilan adalah:
    A. Lugol
    B. Formalin 4%
    C. Formalin 100%
    D. Larutan Fisiologis

31. Proses reproduksi sel diatom pada umumnya dilakukan dengan cara membelah diri dan ada dua katup yang dihasilkan yaitu :
    A. Ephitheca (dinding bagian dalam) dan Hypotheca (dinding bagian luar)
    B. Ephitheca (dinding bagian luar) dan Hypotheca (dinding bagian dalam)
    C. Ephidermal (dinding bagian luar) dan Hypodermal (dinding bagian dalam)
    D. Ephidermal (dinding bagian dalam) dan Hypodermal (dinding bagian luar)

32. Proses reproduksi *Skeletonema costatum* dilakukan secara aseksual dengan pembelahan sel, proses pembelahan sel tersebut terjadi dengan cara adalah:
    A. Cytoplasma terbagi menjadi dua bagian
    B. Protoplasma terbagi menjadi dua bagian

C. Inti sel terbagi menjadi dua bagian

D. Chloroplasma terbagi menjadi dua bagian

33. Perkembangbiakan phytoplankton secara aseksual dapat disebut dengan istilah:

A. Gynogenesis

B. Androgenesis

C. Parthenogenesis

D. Embriogenesis

34. Kelas Bacillariophyceae terdiri atas dua ordo yaitu diatom sentrik dan diatom penat , ciri-ciri diatom centrik adalah:

A. Simetri Bilateral

B. Bentuknya memanjang

C. Bentuknya bulat, lonjong dan silindris

D. Terdapat jalur tengah yang disebut raphe

35. Perkembangbiakan diatom apabila kondisi lingkungan tidak menguntungkan adalah:

A. Pembelahan sel

B. Pembentukan spora

C. Reproduksi aseksual

D. Parthenogenesis

36. Reproduksi phytoplankton jenis Chlorella vulgaris dapat dilakukan secara aseksual yaitu:

A. Pembelahan sel

B. Pembentukan spora

C. Reproduksi seksual

D. Pembentukan autospora

37. Pembelahan sporoplasma pada phytoplankton jenis Chlorella vulgaris dari 2 sel menjadi 4 sel, 3 sel menjadi 6 sel dan dari 6 sel menjadi 8 sel disebut dengan istilah yaitu:
    A. Autospora
    B. Aplanospora
    C. Oxospora
    D. Auxospora

38. Phytoplankton jenis Chlorella vulgaris mempunyai siklus hidup yang singkat berdasarkan hasil pengamatan umur hidup phytoplankton tersebut adalah:
    A. 4-14 hari
    B. 14-24 hari
    C. 24-34 hari
    D. 34-44 hari

39. Perkembangbiakan phytoplankton jenis Spirulina plantesis dilakukan dengan cara melakukan pemutusan filamen, proses pemutusan filamen disebut:
    A. Hormogenia
    B. Necridia
    C. Netcridia
    D. Hormogenesis

40. Perkembangbiakan phytoplankton jenis Spirulina plantesis dilakukan dengan cara melakukan pemutusan filamen , setelah proses pemutusan filamen maka akan membentuk koloni sel baru yang disebut:
    A. Hormogenia
    B. Necridia

C. Netcridia
D. Hormogenesis

41. Perkembangbiakan Tetraselmis chuii dapat dilakukan dengan reproduksi secara aseksual dengan melakukan.....
    A. Fragmentasi
    B. Pembelahan sel
    C. Pembentukan zygot
    D. Parthenogenesis

42. Sel gamet jantan dan gamet betina Tetraselmis chuii ada yang mempunyai ukuran berbeda, hal tersebut dalam ilmu planktonologi disebut dengan istilah:
    A. Anisogemet
    B. Isogamet
    C. Angamet
    D. Zygot

43. Reproduksi Tetraselmis chuii secara seksual dilakukan dengan cara:
    A. Terjadinya pembelahan sel dan membentuk zoospora
    B. Terjadinya pembelahan sel dan membentuk zygospora
    C. Terjadinya fusi antara kedua gamet dan bersatunya chloroplas
    D. Terjadinya fusi antara kedua gamet dan berpisahnya chloroplas

44. Ukuran anak pertama hasil perkembang biakan roifera secara parthenogenesis adalah:
    A. 0,4 mm
    B. 0,6 mm
    C. 0,8 mm
    D. 1,0 mm

45. Perkembangbiakan rotifera secara seksual dapat terjadi jika terdapat individu jantan dan individu betina. Individu Betina pada rotifera ada yang menghasilkan telur dorman adalah:
    A. Betina Amiktik
    B. Betina Miktik
    C. Betina Mitosis
    D. Betina Amitosis

46. Jumlah telur yang dihasilkan oleh induk betina Brachionus calycilforus yan dikultur secara laboratorium adalah:
    A. 1-3 butir
    B. 3-6 butir
    C. 6-9 butir
    D. 9-12 butir

47. Perkembangbiakan Artemia salina jika kondisi lingkungan buruk maka telur yang dihasilkan akan berbentu...
    A. Nauplius (Ovovivipar)
    B. Cyst (ovipar)
    C. Embrio (Ovovivipar)
    D. Nauplius (Ovipar)

48. Reproduksi Artemia salina secara biseksual dapat terjadi dengan cara adalah:
    A. Pembelahan sel
    B. Pembuahan
    C. Parthenogenetik
    D. Pemutusan Filamen

49. Perkembangbiakan Daphnia sp yang menghasilkan individu muda betina dilakukan reproduksi secara...
    A. Seksual
    B. Aseksual
    C. Pembelahan sel
    D. Konjugasi

50. Reproduksi seksual Daphnia sp harus ada individu jantan. Individu jantan pada Daphnia sp akan terbentuk jika:
    A. Kondisi lingkungan minimal
    B. Kondisi lingkungan optimal
    C. Kondisi lingkungan maksimal
    D. Kondisi lingkungan memburuk

51. Telur Daphnia sp yang dihasilkan pada proses reproduksi secara seksual akan embentuk resting egg karena itu telur tersebut akan membentuk...
    A. Epitel
    B. Efipia
    C. Endodermis
    D. Epidermis

52. Perkembangbiakan Daphnia didalam wadah budidaya akuakultur dapat diperhitungan populasi yang dihasilkan, karena Daphnia secara umum mempunyai daur hidup yang singkat yaitu:
    A. 13-18 hari
    B. 18-23 hari
    C. 23-28 hari
    D. 28-33 hari

53. Individu Daphnia akan menjadi dewasa dan menghasilkan anak pertamanya pada umur...
    A. 2-4 hari
    B. 4-6 hari
    C. 6-8 hari
    D. 8-10 hari

54. Jumlah anak yang dihasilkan dalam satu kali reproduksi Daphnia sp adalah:
    A. 27-28 ekor
    B. 28-29 ekor
    C. 29-30 ekor
    D. 30-31 ekor

55. Perkembangbiakan Paramecium caudatum secara konjugasi akan menghasilkan individu baru setelah dua kali mengalami pembelahan sel adalah:
    A. 2
    B. 4
    C. 6
    D. 8

56. Perkembangbiakan Tubifex sp dapat dilakukan secara aseksual dilakukan dengan cara...
    A. Pemutusan ruas tubuh
    B. Pembuahan sendiri
    C. Pembentukan filamen
    D. Parthenogenesis

57. Perkembangbiakan Tubifex sp dapat dilakukan secara seksual dilakukan dengan cara...
    A. Pemutusan ruas tubuh
    B. Pembuahan sendiri
    C. Pembentukan filamen
    D. Parthenogenesis

58. Telur cacing rambut dihasilkan dalam suatu bangunan yang berbentuk bulat telur, panjang 1,0 mm dan garis tengah 0,7 mm disebut dengan...
    A. Epifia
    B. Kokon
    C. Klitelium
    D. Korteks

59. Salah satu segmen tubuh dari kokon yang dibentuk oleh kelenjar epidermis adalah:
    A. Epifia
    B. Kokon
    C. Klitelium
    D. Korteks

60. Proses perkembangbiakan embrio di dalam kokon pada cacing rambut berlangsung selama...
    A. 6-8 hari
    B. 8-10 hari
    C. 10-12 hari
    D. 12-14 hari

61. Alat yang dipergunakan untuk melakuka sterilisasi peralatan untuk melakukan pembibitan pakan alami dengan menggunakan uap air panas bertekanan adalah :

A. Oven

B. Microwave

C. Autoclave

D. Hotplate

62. Jumlah tekanan dan suhu yang dipergunakan untuk mematikan mikroba pada peralatan sterilisasi tersebut adalah:

A. 1 atm, 121^oC

B. 2 atm, 121^oC

C. 1 atm, 131^oC

D. 2 atm, 131^oC

63. Wadah yang dipergunakan untuk melakukan pembibitan mikroalga secara kultur murni dengan media agar membutuhkan peralatan berikut yaitu:

A. Gelas piala

B. Gelas Ukur

C. Erlenmeyer

D. Cawan Petri

64. Peralatan yang dapat dipergunakan untuk mebuat kultur murni dengan media padat dan media cair adalah:

A. Cawan petri

B. Tabung reaksi

C. Erlenmeyer

D. Gelas piala

65. Peralatan yang dipergunakan untuk memindahkan atau mengambil koloni suatu mikroba ke media yang akan dipergunakan kembali adalah:
   A. Jarum lurus
   B. Jarum Tusuk
   C. Jarum Ose
   D. Jarum pipet

66. Alat yang dipergunakan untuk menghitung kepadatan populasi phytoplankton yang dilakukan kultur murni, semi massal dan massal adalah:
   A. Autoclave
   B. Sedwigc rafter
   C. Haemocytometer
   D. Mikroskop

67. Waktu minimal yang dibutuhkan untuk mensterilkan peralatan yang akan dipergunakan untuk melakukan kultur murni adalah:
   A. 5 menit
   B. 15 menit
   C. 25 menit
   D. 35 menit

68. Cawan petri yang berdiameter 15 cm biasa dipergunakan untuk membuat media agar pada saat melakukan kultur murni, volume daya tampung cawan petri tersebut adalah:
   A. 10-15 ml
   B. 15-20 ml
   C. 20-25 ml
   D. 25-30 ml

69. Jarum inokulum pada jarum ose terbuat dari kawat Nichrome atau Platinum sehingga dapat berpijar jika terkena panas berbentuk...
    A. Segitiga
    B. Lingkaran
    C. Kubus
    D. segiempat

70. Penggoresan dengan jarum ose yang bertujuan menumbuhkan mikroba pada media agar dapat dilakukan dengan menggunakan metode...
    A. Penggoresan lurus
    B. Penggoresan zigzag
    C. Penggoresan melingkar
    D. Penggoresan bebas

71. Metode kultur murni phytoplankton untuk memperoleh satu jenis phytoplankton (monospesies) dengan menggunakan media agar adalah:
    A. Metode media agar
    B. Metode subkultur
    C. Metode pengenceran berseri
    D. Metode pipet kapiler

72. Metode kultur murni phytoplankton untuk memperoleh satu jenis phytoplankton (monospesies), jika mikroalga yang kita inginkan bukan mikroalga yang dominan adalah:
    A. Metode media agar
    B. Metode subkultur
    C. Metode pengenceran berseri
    D. Metode pipet kapiler

73. Metode kultur murni phytoplankton untuk memperoleh satu jenis phytoplankton (monospesies) dengan cara mengisolasi mikroalga atau phytoplankton jika jenis mikroalga atau phytoplankton yang kita inginkan adalah jenis dominan disebut..
    A. Metode media agar
    B. Metode subkultur
    C. Metode pengenceran berseri
    D. Metode pipet kapiler

74. Metode kultur murni phytoplankton untuk memperoleh satu jenis phytoplankton (monospesies) dengan menggunakan pipet kapiler adalah:
    A. Metode media agar
    B. Metode subkultur
    C. Metode pengenceran berseri
    D. Metode pipet kapiler

75. Sterilisasi dengan cara melakukan perebusan kurang lebih selama dua jam adalah:
    A. Sterilisasi panas
    B. Sterilisasi basah
    C. Sterilisasi kimia
    D. Sterilisasi kering

76. Sterilisasi dengan cara menggunakan autoclave/oven selama kurang lebih selama satu jam adalah:
    A. Sterilisasi panas
    B. Sterilisasi basah
    C. Sterilisasi kimia
    D. Sterilisasi kering

77. Sterilisasi dengan cara melakukan perendaman denga berbagai bahan seperti HCl, klorin dan formalin adalah:
    A. Sterilisasi panas
    B. Sterilisasi basah
    C. Sterilisasi kimia
    D. Sterilisasi kering

78. Volume wadah yang dipergunakan untuk kultur murni adalah:
    A. 1 liter
    B. 100 liter
    C. 200 liter
    D. 300 liter

79. Volume wadah yang dipergunakan untuk kultur semi massal adalah:
    A. 1 liter
    B. 100 liter
    C. 200 liter
    D. 300 liter

80. Volume wadah yang dipergunakan untuk kultur massal adalah:
    A. 10.000 liter
    B. 20.000 liter
    C. 30.000 liter
    D. 40.000 liter

81. Jumlah inokulum yang dibutuhkan untuk kultur pakan alami secara semi massal berasal dari kultur murni. Berapakah jumlah inokulum yang ideal tersebut ?
    A. 0-5%
    B. 5-10%
    C. 10-15%
    D. 15-20%

82. Jumlah inokulum yang dibutuhkan untuk membudidayakan phytoplankton jenis Tetraselmis chuii secara massal adalah:.
    A. 10.000-30.000 sel/cc
    B. 30.000-50.000 sel/cc
    C. 50.000-70.000 sel/cc
    D. 70.000-90.000 sel/cc

83. Jenis pupuk teknis yang dipergunakan untuk melakukan kultur phytoplankton secara massal adalah:
    A. Kotoran ayam
    B. Kotoran sapi
    C. Urea, TSP dan ZA
    D. Pupuk kandang

84. Komposisi pupuk pada saat akan melakukan kultur massal yang menggunakan Urea 10 ppm, ZA 100 ppm dan TSP 10 ppm adalah:
    A. Pupuk Yashima
    B. Pupuk Diatom
    C. Pupuk Phytoplankton A
    D. Pupuk Phytoplankton B

85. Komposisi pupuk pada saat akan melakukan kultur massal yang menggunakan Urea 30 ppm, ZA 40 ppm dan TSP 20 ppm, Molase 10 ppm dan silikat 5-20 ppm adalah:
   A. Pupuk Yashima
   B. Pupuk Diatom
   C. Pupuk Phytoplankton A
   D. Pupuk Phytoplankton B

86. Sumber nutrient yang dipergunakan untuk menumbuhkan phytoplankton secara kultur murni adalah bahan kimia pro analis dengan dosis adalah:
   A. 1 ml/liter kultur
   B. 2 ml/liter kultur
   C. 3 ml/liter kultur
   D. 4 ml/liter kultur

87. Perbedaan jenis pupuk sintetik untuk formulasi pupuk Conwy dan Guillard yang dipergunakan pada pembibitan phytoplankton secara kultu murni adalah:
   A. EDTA
   B. H3BO3
   C. MgCl2
   D. FeCl2

88. Media yang dipergunakan untuk melakukan kultur phytoplankton air tawar sebagai berikut:
   A. Media Bennect
   B. media Demmer
   C. Media Bristole
   D. Media Conwy

89. Media yang dipergunakan untuk melakukan kultur phytoplankton air laut sebagai berikut:
    A. Media Bennect
    B. media Demmer
    C. Media Bristole
    D. Media Conwy

90. Berapakah dosis yang dibutuhkan untuk media agar dengan menggunakan bacto agar ?.
    A. 0,5 gram
    B. 1,5 gram
    C. 2,5 gram
    D. 3,5 gram

Jawaban dari soal uji pengetahuan dalam bentuk pilihan ganda diskor dengan memberi angka 1 (satu) bagi setiap butir jawaban yang benar dan angka 0 (nol) bagi setiap butir soal yang salah. Pada soal di atas Skor total adalah 90. Skor yang diperoleh siswa didik untuk suatu perangkat tes pilihan ganda dihitung dengan rumus:

$$\text{Nilai peserta didik} = \frac{\text{Skor yang diperoleh peserta didik}}{\text{Skor total}} \times 100$$

Misalnya siswa didik mendapatkan skor 75, maka nilai siswa didik tersebut adalah (75 : 90) X 100 = 0, 8333 X 100 = 83,33

3. Keterampilan

a. Tes Praktik

1) Penilaian keterampilan Mengidentifikasi phytoplankton.

No	Keterampilan yang dinilai	Skor	Rubrik
1.	Cara menyiapkan mikroskop	3	- Mikroskop dinyalakan, - Pencahayaan sesuai, - Pembesaran 100x - Lensa bersih
		2	Ada tiga aspek yang benar
		1	Ada dua aspek yang benar
2	Cara mengambil sampel	3	- Volume sampel sesuai - Lokasi pengambilan tiga titik - Kedalam lokasi sampel diukur
		2	Ada tiga aspek yang benar
		1	Ada dua aspek yang benar
3	Cara mengamati sampel	3	- Cover glass dibersihkan - Sampel diteteskan dengan pipet dengan tepat - Diamati dengan pembesaran 100X - Sampel teridentifikasi
		2	Ada tiga aspek yang benar
		1	Ada dua aspek yang benar

2) Penilaian keterampilan mengamati siklus hidup dan perkembangbiakan phytoplankton, zooplankton dan benthos.

No	Keterampilan yang dinilai	Skor	Rubrik
1	Cara menyiapkan media tumbuh	3	- Menyiapkan wadah dan media, - Melakukan inokulasi sesuai, - Perhitungan padat penebaran benar - Mengamati bibit yang akan diinokulasi dengan benar sesuai karakteristik bibit
		2	Ada tiga aspek yang benar
		1	Ada dua aspek yang benar
2.	Cara memelihara pakan alami	3	- Memantau pertumbuhan pakan alami - Melakukan pemupukan sesuai dosis - Mengukur pertambahan panjang atau berat individu secara sampling - Mencatat hasil pengamatan
		2	Ada tiga aspek yang benar
		1	Ada dua aspek yang benar
3	Cara mengambil sampel	3	- Volume sampel sesuai - Lokasi pengambilan tiga titik - Kedalam lokasi sampel diukur
		2	Ada dua aspek yang benar
		1	Ada satu aspek yang benar

4	Cara mengamati sampel	3	- Cover glass dibersihkan - Sampel diteteskan dengan pipet dengan tepat - Diamati dengan pembesaran 100X - Sampel teridentifikasi
		2	Ada 3 aspek yang benar
		1	Ada 2 aspek yang benar
5	Cara menghitung kepadatan populasi	3	- Menggunakan alat haemocytometer - Menghitung kepadatan pada 400 kotak - Mencatat data dan di konversikan dengan jumlah sel - Menghitung pertumbuhan berdasarkan data kepadatan sel
		2	Ada 3 aspek yang benar
		1	Ada 2 aspek yang benar
6	Cara membuat siklus hidup dan perkembangbiakan pakan alami	3	- Memperoleh data pertumbuhan puncak
			- Memperoleh ukuran setiap stadia pakan alami
			- Memperoleh data kematian populasi
			- Mencatat siklus hidup pakan alami
			- Mengamati perkembangbiakan pakan alami
		2	Ada 3 aspek yang benar
		1	Ada 2 aspek yang benar

3) Penilaian keterampilan melakukan teknik pembibitan pakan alami (phytoplankton, zooplankton dan benthos)

No	Keterampilan yang dinilai	Skor	Rubrik
1	Cara melakukan kultur murni	3	- Menyiapkan media kultur murni sesuai kebutuhan pakan alami, - Pupuk ditimbang sesuai dosis, - Inokulum tidak terkontamnasi - Pertumbuhan plankton terjadi sempurna - Pemanenan dilakukan pada hari ke-5 pada saat populasi optimal
		2	Ada tiga aspek yang benar
		1	Ada dua aspek yang benar
2	Cara melakukan kultur semi massal	3	- Menyiapkan media kultur semi massal sesuai kebutuhan pakan alami, - Pupuk ditimbang sesuai dosis, - Inokulum berasal dari kultur murni - Pertumbuhan plankton terjadi sempurna - Pemanenan dilakukan pada hari ke-5 pada saat populasi optimal
		2	Ada dua aspek yang benar

		1	Ada satu aspek yang benar
2	Cara melakukan kultur massal	3	- Menyiapkan media kultur massal sesuai kebutuhan pakan alami, - Pupuk ditimbang sesuai dosis, - Inokulum berasal dari kultur semi massal - Pertumbuhan plankton terjadi sempurna - Pemanenan dilakukan pada hari ke-5 pada saat populasi optimal
		2	Ada 3 aspek yang benar
		1	Ada 2 aspek yang benar

b. Lembar Penilaian Projek

1) Kriteria Penilaian Proyek Membibitkan pakan alami

Format Penilaian Proyek

Topik :

Nama Proyek :

Waktu Pelaksanaan :

Nama Siswa didik :

Kelas :

No.	**Aspek**	**Skor**
1	Perencanaan: a. Persiapan alat dan bahan b. Rancangan : - Gambar Rancangan	30

	- Alur kerja dan deskripsi - Cara penggunaan alat	
2	Produk : - Bentuk Fisik - Inovasi	50
3	Laporan - Kebermanfaatan Laporan - Sistimatika Laporan - Penulisan Kesimpulan	20
TOTAL SKOR		100

~~1)~~2) Rubrik Penilaian Projek/Portofolio Membibitkan pakan alami

No	Aspek	Rubrik
1	Perencanaan: Persiapan alat dan bahan	10. Jika alat dan bahan lengkap dan sesuai dengan gambar rancangan yang dipersiapkan 6. Jika alat dan bahan lengkap tetapi kurang sesuai dengan gambar rancangan yang dipersiapkan 2. Jika alat dan bahan kurang lengkap
	Rancangan : ▪ Gambar Rancangan ▪ Alur kerja dan deskripsi ▪ Cara penggunaan alat	20. Jika rancangan terdapat gambar rancangan, alur kerja dan cara penggunaan alat yang sesuai 10. Jika rancangan terdapat gambar rancangan, alur kerja dan cara penggunaan alat tetapi kurang sesuai 5. Jika rancangan terdapat gambar rancangan, alur kerja dan cara penggunaan alat tetapi tidak

		lengkap
2	Bentuk Fisik Produk	30. Jika alat sesuai rancangan, bisa digunakan dan bentuk fisik kuat dan kokoh 20. Jika alatsesuai rancangan ,dan bisa digunakan 10. Jika alat kurang sesuai rancangan tetapi bisa digunakan
	Inovasi Produk:	20 . Alat dibuat dari bahan yang ada lingkungan rumah, dan menarik 10. Alat dibuat dari bahan yang ada lingkungan rumah, dan disain kurang menarik
3	Laporan ▪ Kebermanfaatan Laporan ▪ Kistamatika Laporan ▪ Kesimpulan	20. Sistimatika laporan sesuai dengan kriteria, isi laporan bermanfaat dan kesimpulan sesuai 10. Sistimatika laporan sesuai dengan kriteria, isi laporan kurang bermanfaat, kesimpulan kurang sesuai 5. Hanya satu aspek yang terpenuhi

c. Lembar Penilaian Portofolio

Pendidik mendokumentasikan dan menyimpan semua portofolio ke dalam map yang telah diberi identitas masing-masing peserta didik, menilai bersama peserta didik sebagai bahan laporan kepada orang tua dan sekolah pada setiap akhir semester.

`

Tugas dan rubrik merupakan instrumen dalam penilaian portofolio. Berikut ini akan diuraikan standar tugas dan rubrik pada penilaian portofolio.

Acuan Tugas Penilaian Portofolio

Tugas-tugas untuk pembuatan portofolio harus memenuhi beberapa kriteria berikut.

1) Tugas sesuai dengan kompetensi dan tujuan pembelajaran yang akan diukur.
2) Hasil karya peserta didik yang dijadikan portofolio berupa pekerjaan hasil tes, perilaku peserta didik sehari-hari, hasil tugas terstruktur, dokumentasi aktivitas peserta didik di luar sekolah yang menunjang kegiatan belajar.
3) Tugas portofolio memuat aspek judul, tujuan pembelajaran, ruang lingkup belajar, uraian tugas, kriteria penilaian.
4) Uraian tugas memuat kegiatan yang melatih peserta didik mengembangkan kompetensi dalam semua aspek (sikap, pengetahuan, keterampilan).
5) Uraian tugas bersifat terbuka, dalam arti mengakomodasi dihasilkannya portofolio yang beragam isinya.
6) Kalimat yang digunakan dalam uraian tugas menggunakan bahasa yang komunikatif dan mudah dilaksanakan.
7) Alat dan bahan yang digunakan dalam penyelesaian tugas portofolio tersedia di lingkungan peserta didik dan mudah diperoleh.

Acuan Rubrik Penilaian Portofolio

Rubrik penilaian portofolio harus memenuhi kriteria berikut.

1) Rubrik memuat indikator kunci dari kompetensi dasar yang akan dinilai penacapaiannya dengan portofolio.
2) Rubrik memuat aspek-aspek penilaian yang macamnya relevan dengan isi tugas portofolio.
3) Rubrik memuat kriteria kesempurnaan (tingkat, level) hasil tugas.
4) Rubrik mudah untuk digunakan oleh guru dan peserta didik.
5) Rubrik menggunakan bahasa yang lugas dan mudah dipahami.

A. KUNCI JAWABAN

No.	Jawaban	No.	Jawaban	No.	Jawaban
1.	B	31.	B	61.	C
2.	C	32.	B	62.	B
3.	A	33.	C	63.	D
4.	B	34.	C	64.	B
5.	D	35.	B	65.	C
6.	A	36.	A	66.	C
7.	B	37.	B	67.	B
8.	C	38.	A	68.	B
9.	D	39.	B	69.	B
10.	D	40.	A	70.	B
11.	C	41.	B	71.	A
12.	B	42.	A	72.	B

13.	B	43.	C	73.	C
14.	A	44.	C	74.	D
15.	C	45.	B	75.	B
16	A	46.	B	76.	A
17.	D	47.	B	77.	C
18.	C	48.	B	78.	A
19.	C	49.	B	79.	B
20.	C	50.	D	80.	D
21.	C	51.	B	81.	B
22.	B	52.	D	82.	C
23.	D	52.	B	83.	C
24.	B	54.	C	84.	A
25.	C	55.	B	85.	B
26.	B	56.	A	86.	A
27.	A	57.	B	87.	B
28.	D	58.	B	88.	D
29.	B	59.	C	89.	D
30.	B	60.	C	90.	B

Formatted: single

III. PENUTUP

Buku teks bahan ajar siswa Produksi Pakan Alami satu ini membahas berbagai hal tentang pakan alami mulai dari jenis-jenis pakan alami (phytoplankton, zooplankton dan benthos), kandungan nutrisi pakan alami, teknik identifikasi pakan alami, teknik pengambilan sampel, siklus hidup pakan alami, perkembangbiakan pakan alami dan teknik pembibitan pakan alami mulai dari kultur murni, kultur semi massal dan kultur massal. Produksi pakan alami wajib dipahami oleh siswa SMK dengan Paket Keahlian Budidaya Ikan, Budidaya Krustsea, Budidaya Kekerangan dan Budidaya Rumbut Laut. Kompetensi pakan alami sangat dibutuhkan bagi semua usaha budidaya di bidang perikanan dan kelautan, karena pakan alami merupakan pakan yang sangat cocok diberikan pada larva dan benih ikan air tawar, ikan air payau dan ikan air laut. Dengan mampu memproduksi pakan alami diharapkan siswa SMK mampu bekerja secara mandiri. Produksi pakan alami sangat dibutuhkan untuk keberlangsungan usaha budidaya secara berkesinambungan.

DAFTAR PUSTAKA

Anonimous. 2007. Budidaya Fitoplankton dan Zooplankton. Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut Lampung. Departemen Kelautan dan Perikanan.

Arinardi, O.H., A.B. Sutomo, S.A. Yusuf, Trianingnsih, E. Asnaryanti dan S. H. Riyono. 1997. Kisaran Kelimpahan dan Komposisi Plankton Predominan di Perairan Kawasan Timur Indonesia. P3O-LIPI. Jakarta.

Chumadi dkk. 1992. Pedoman teknis Budidaya Pakan Alami Ikan dan Udang. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta.

Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. 2003. Peluang Usaha Budidaya Artemia di Tambak Garam. Departemen Kelautan dan Perikanan. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau. Jepara.

Djangkaru,Z. 1973. Makanan Ikan. Direktorat Jendral Periakanan. Departemen pertanian. Jakarta.

Djarijah, S.A. 1995. Pakan Alami. Kanisius. Yogyakarta.

Davis, C.C. 1955. The marine and freshwater plankton. Michigan state University Press. Chicago.

De Silva,S and T.A. Anderson. 1995. Fish Nutrition in Aquaculture. Chapman & Hall, London.

Erlina, A. Hastuti, W. 1986. Kultur Plankton. INFIS Manual Seri No.38. Direktorat Jenderal Perikanan Bekerja sama dengan International Development Research Centre.

Effendi.M. 2013. Budidaya cacing rambut. http://mahmudmadawangi.blog spot.com/

Fairus, A.M.S, Gunawan,A dan Munandar DS. 2010. Budidaya massal Spirulina platensis di perairan laut Jepara. Jurnal Simposium Bioteknologi

Akuakultur. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Halver,J.E. 1997. Fish nutrition. National academy of scienes. Washington DC.

Hadadi, A. 2004. Budidaya Massal Daphnia sp. Balai Budidaya Air Tawar. Sukabumi.

Hirata, H., O. Murata, S. Yamada, H. Ishitani, M. Wachi, 1998. Probiotic culture of the rotifer *Brachionus plicatilis.* Hydrobiologia Journal. Volume 387/388: 495–498, Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.

Hutabarat,Sahala. 1985 .Pengantaroceanografi. Universitas Indonesia Press: Jakarta.

Hutabarat, Sahala dan Stetwart M. Evans. 1986. Kunci Identifikasi Zooplankton. Universitas Indonesia Press: Jakarta.

Isnansetyo,A dan Kurniastuti. 1997. Teknik Kultur phytoplankton dan zooplankton. Kanisius. Yogyakarta.

Khairuman dan K. Amri. 2002. Membuat pakan ikan konsumsi. Agromedia Pustaka.Jakarta.

Krisanti, M. (2012). Produktivitas larva Chironomidae pada substrat buatan di kedalaman perairan dan kandungan bahan organik berbeda. Disertasi Pascasarjana IPB. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. Bogor.

Lewis, T.E., Nichlos, P.D., Hart, P.R., Nichlos, D.S., T.A. McMeekin. 1998. *Enrichment* of rotifer (*Brachionus plicatilis*) with eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid produced by bacteria. Journal of the World Aquacuture Society, 29, 313-318.

Purwareyni,A.U. 2002. Pengaruh dosis pengkayaan 0,6,7,8,9 & 10 ml/400 ml dan waktu dedah terhadap kinerja pertumbuhan Artemia sp. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. Bogor.

Mudjiman, A. 1997. Makanan ikan. Penebar swadaya. Jakarta.

Mustafa Hasan. 2000. Teknik Sampling. http:// home.unpar.ac.id. [14 April 2013]

M. Firdaus Sahwan, MM. 2002. Pakan Ikan dan Udang. Penebar Swadaya, Jakarta .

NRC (National Research Council). 1993. Nutrient Requirement of Fish. Warwater Fishes and Shellfish. National Academy of Sciencess. Washington DC.

Omori M and T. Ikeda. 1984. *Methods in Marine Zooplankton Ecology*. Jhon Wiley and Sons, Toronto. Canada : 332 hlm

Purba, T. 1995. Peningkatan gizi rotifer pakan larva ikan kerapu macan. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 17(1): 4-6.

Romimohtarto Kasijan dan Sri Juwana. 2001. *Biologi Laut*. Jakarta : Penerbit Djambatan. hlm 36-39

Sachlan, M. 1982. *Planktonologi*. Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Diponegoro. Semarang.

Silmina,D, Edriani G, Puti,M. 2010. Efektifitas berbagai media budidaya terhadap pertumbuhan Maggot Hermitia illucens. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. Bogor.

Steffens W. 1989. Principles of Fish Nutrition. Ellis Horwood Limited. John Wiley & Sons. England.

Stephen Goddard. 1996. Feed Management In : Intensive Aquaculture. Chapman & Hall, New York.

Supriyadi,M.A, Mursitorini,E, Jusadi D. 2006. Pengaruh Pengkayaan Artemia sp dengan EPA (asam ekosapentanoat, C 20: 5n-3) dan DHA (Asam Dokosahexanoat, C 22:6n-3) terhadap Survival Rate rajungan. Jurnal Akuakultur Indonesia 5(2): 119-126.

Tacon,A.G.J. 1987. The Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp a Training Manual. FAO. Brazil.

Tacon,A.G.j. 1991. Proceeding of The Nutrition Workshop. American Soybeen Association. Singapore.

Takeuchi W. 1988. Fish Nutrition and mariculture. Departemen of aquatic Biosc. Tokyo University of Fisheries. JICA.

Tridayanti, S. 2000. Daur hidup dan pertumbuhan *Chironomus* sp. (*Chironomidae*: Diptera) pada kondisi laboratorium. Skripsi. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Watanabe, T. 1979. *Nutritional Quality of Living Feeds Used in Seed Production of Fish.* Proc. Japan-Soviet Joint. Symp Agriculture 7.

Watanabe, T. 1988. Fish Nutrition and Mariculture. JICA Texbook The General Aquaculture Course. Kanagawa International Fisheries Training Centre Japan International Cooperation agency.

Wardhana Wisnu. 1997. *Teknik Sampling, Pengawetan dan Analisis Plankton*. [Jurnal] Jakarta : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

Wiadnyana Ngurah N dan Wagey. 2004. *Impacts of The Occurence of Red Tide Species to The Fisheries in Indonesia*. Jurnal Berkala Perikanan Terubuk. hlm 17-33